

3, 221, 994 ✓

WERN/ ★ Q51 Q56 83-845515/51 ★ DE 3221-994-A  
 Rotary piston engine with two meshing bevel wheels - has teeth  
 profiled to create variable vol. cavities sealed by spherical  
 casing centred at wheel axis intersection

WERNER R 11.06.82-DE-221994

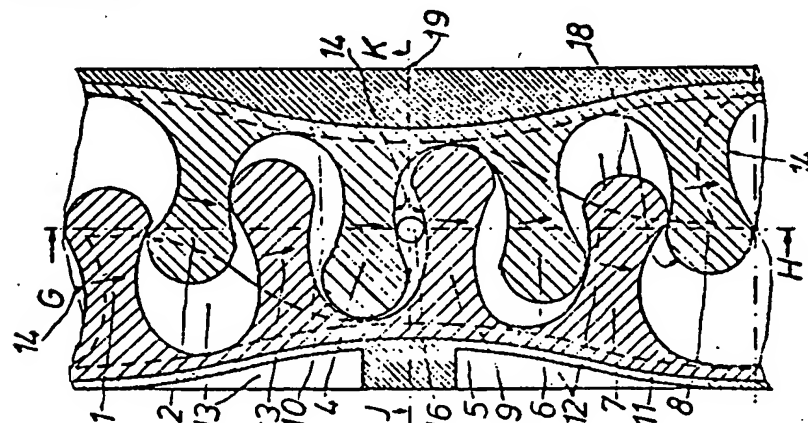
(15.12.83) F01c-01/18 F04c-18/18

11.06.82 as 221994 (1281MH)

The rotary piston engine has two meshing bevel wheels (9,10) at  
 an obtuse angle to each other. Each wheel has at least two wedge-  
 shaped teeth (1-8) whose curved tips and/or tips flanks slidngly  
 seal alternately against the flank of one or the other neighbouring  
 tooth as the wheels rotate.

The wheels rotate solely about their axes, in a casing enclosing  
 a spherical chamber centered on the intersection point of the  
 wheel axes. The chamber walls fit closely around the wheels and  
 the radially outer, convex and radially inner, concave end faces  
 of the teeth. Working chambers whose vol. varies as the wheels  
 turn are thus formed. The casing walls have apertures for fluid in  
 and outflow. (33pp Dwg.No.3/26)

N83-225022



Best Available Copy

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 32 21 994 A 1

⑤ Int. Cl. 3:  
F 01 C 1/18  
F 04 C 18/18

⑳ Aktenzeichen: P 32 21 994.6  
㉑ Anmeldetag: 11. 6. 82  
㉒ Offenlegungstag: 15. 12. 83

DE 32 21 994 A 1

㉓ Anmelder:

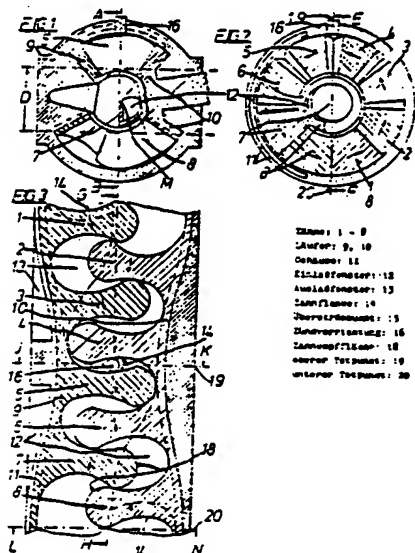
Werner, Rudi, 2000 Hamburg, DE

㉔ Erfinder:

gleich Anmelder

⑤A Rotationskolbenmaschine

Gegenstand der Erfindung ist eine Rotationskolbenmaschine, in der zwei im stumpfen Winkel zueinander angeordnete Kegelzahnräder, besetzt mit wenigstens je zwei pyramidenähnlichen Zähnen, deren gewölbte Kopffläche oder Kopfflächenränder, während der Kegelzahnradrotation, wechselweise an eine ihrer beiden Nachbarzahnflanken dichtend entlanggleiten, nur um ihre Achsen drehbar in einem Gehäuse mit kugeligem oder hohlkugeligem Arbeitsraum, dessen kugelige Begrenzungsfläche/-flächen den Kegelzahnrad-Achsentreffpunkt als Mittelpunkt hat/haben und dicht an den Kegelzahnradern sowie der achsternen, konvexen und achsnahen, konkaven Fläche jedes Zahnes anliegt, gelagert sind, so daß während der Drehung der Kegelzahnräder Arbeitskammern wechselnden Volumens entstehen, in die durch Einlaß- und Auslaßfenster, die in der Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses ausgebildet sind, Stoffe ein- und ausströmen. Verwendbar ist diese Maschine als Pumpe, Verdichter, Kraftumwandler unter Druck befindlicher Stoffe (Fig. 22-24) und als Brennkraft-Viertakt- (Fig. 1-4) oder Zweitaktmaschine (Fig. 25, 26), bei welcher das Verhältnis der Ansaug-/Verdichtungskammern zu den Arbeits-/Ausschubkammern auch in unterschiedlichen Größen möglich ist. (32 21 994)



DE 32 21 994 A 1

11.05.55

3221994

Rudi W e r n e r  
Laubsäugerweg 2 d  
2000 Hamburg 53

# P A T E N T A N S P R Ü C H E :

1. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Zwei im stumpfen Winkel zueinander angeordnete Kegelzahnräder, besetzt mit wenigstens je zwei pyramidenähnlichen Zähnen, deren gewölbte Kopffläche oder Kopfflächenränder, während der Kegelzahnradrotation, wechselweise an eine ihrer beiden Nachbarzahnflanken dichtend entlanggleiten, nur um ihre Achsen drehbar in einem Gehäuse mit kugeligem oder holzkugeligem Arbeitsraum, dessen kugelige Begrenzungsfläche/-flächen den Kegelzahnrad-Achsentreffpunkt als Mittelpunkt hat/haben und dicht an den Kegelzahnradern sowie der achsfernen, konvexen -/und achsnahen, konkaven Fläche jedes Zahnes anliegt, gelagert sind, so daß während der Drehung der Kegelzahnräder Arbeitskammern wechselnden Volumens entstehen, in die durch Einlaß- und Auslaßfenster, die in der Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses ausgebildet sind, Stoffe ein- und ausströmen.
2. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Die achsiale Begrenzung des Arbeitsraumes zwei stumpfwinklig zueinander angeordnete Kegel bilden, deren Spitzen im Mittelpunkt der kugeligen Begrenzungsfläche/-n liegen und deren Grundflächen in der kugeligen Ummantelung des Arbeitsraumes liegen;  
Entweder die kegeligen, achsialen - oder kugeligen,

- 2 -

radialen Begrenzungen des Arbeitsraumes zum Teil oder ganz von den Flächen zweier Läufer (9, 10) gebildet werden, von denen je einer in den beiden Achsen der achsialen Arbeitsraumbegrenzungen drehbar im Gehäuse (11) gelagert ist, so daß deren Achsen, deren Treffpunkt im Arbeitsraummittelpunkt liegt, im stumpfen Winkel zueinander liegen;

An beide Läufer (9, 10) - im Falle eines Arbeitsraumes in Form eines Kugelteles - wenigstens je zwei pyramidenähnliche Zähne (1 - 8) sitzen, deren Spitzen sich im Treffpunkt beider Läuferachsen berühren;

An beide Läufer (9, 10) - im Falle eines Arbeitsraumes in Form eines Holkugelteles - wenigstens je zwei pyramidenstumpf- und/oder keilstumpfähnliche Zähne (1 - 8) mit kalottenhafter, konkaver Deckfläche sitzen, deren gedachte Pyramiden-/keilspitzen in einer - und/oder an einer, im Arbeitsraummittelpunkt gedachten Kugel, deren Durchmesser kleiner als die Kugel der mittelpunktnahen Arbeitsraumbegrenzung ist, liegen - und/oder diese gedachte Kugel tangieren würden, wobei die Spitzen aller Zähne (1 - 8) in gleicher - oder ungleicher Weise -, oder die Zähne eines Läufers in gleicher - aber in anderer Weise, als die des anderen Läufers angeordnet sein können, so daß für jeden zu transportierenden -, komprimierenden - oder expandierenden Stoff die speziell wirkungsvollste Ausführung nutzbar ist;

Die drehparallele Fläche jedes Zahnes (1 - 8) an der kegeligen, achsialen Arbeitsraumbegrenzung, in deren Achse der jeweils eigene Läufer drehbar gelagert ist, dichtend entlanggleitet oder anliegt;

In Maschinen mit gewölbter Zahnkopffläche (18) - die gewölbte Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8), während einer Läuferdrehung an der halbparabolisch eingebuchteten Zahnflanke (14) - Läuferdrehwinkelbezüglich - während ihrer Passage mit den größten entstehenden Arbeitskammern, (unterer Totpunkt 20) in Kopfnähe eines jeweils am gegenüberliegenden Läufer sitzenden Zahnes beginnend, zu dessen und den seines Nachbarzahnes Zahngruhd, an der halbpara-

bolisch eingebuchteten Flanke (14) des Nachbarzahnes entlang und in dessen Kopfnähe endend, dauernd dichtend entlanggleitet und diesen Bewegungsablauf während jeder weiteren Läuferdrehung wiederholt, wobei sich die Dichtungsperioden beider radialen Ränder der Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) entsprechend der Anzahl der Zähne und der daraus resultierenden Zahnbreite gering überschneiden und dadurch eine dauernde Dichtung zwischen Zahnkopffläche (18) und jeweils eine ihrer beiden Nachbarzahnflanken (14) besteht.

In Maschinen mit flachen Zahnkopfflächen (18) - der, in Drehrichtung vordere, radiale Rand der drehparallel flachen Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8), während seiner Passage, in der die kleinsten Arbeitskammern entstehen (oberer Totpunkt 19), an der halbparabolisch eingebuchteten Zahnflanke (14), am Zahngrund des jeweils am gegenüberliegenden Läufer sitzenden Nachbarzahnes beginnend, während einer halben Läuferdrehung, bis zu dessen Zahnkopf (18) dichtend entlanggleitet und nach seiner unteren Totpunktpassage (20), während der nächsten halben Läuferdrehung, ohne Flankenberührung zum Anfangspunkt zurückkehrt, wobei der, in Drehrichtung hintere, radiale Kopfflächenrand (18) jedes Zahnes (1 - 8), während dieser halben Läuferdrehung, an der halbparabolisch eingebuchteten Zahnflanke (14) und während seiner unteren Totpunktpassage (20) in Kopfnähe des jeweils am gegenüberliegenden Läufer sitzenden Nachbarzahnes beginnend, bis zu dessen Zahngrund dichtend entlanggleitet und nach seiner oberen totpunktpassage (19), während der nächsten halben Läuferdrehung ohne Flankenberührung zu seiner Anfangsposition zurückkehrt, so daß sich die Dichtungsperioden beider radialen Kopfflächenränder (18) jedes Zahnes (1 - 8), entsprechend der Anzahl der Zähne und der daraus resultierenden Zahnbreite, während jeder halben Läuferdrehung gering überschneiden und dadurch eine dauernde Dichtung zwischen den radialen Rändern jeder Zahnkopffläche (18) und jeweils eine ihrer beiden Nachbarzahnflanken (14) besteht;

In Läuferachsenrichtung - die radiante Höhe der Zähne (1 - 8) mit drehparallel flacher Kopffläche (18) wenigstens den doppelten Radianten, den die Läuferachsen aus ihrer Flucht liegen, beträgt, wobei Zähne (1 - 8) mit drehparallel gewölbter Kopffläche (18) um den doppelten Kopfflächenradianten höher sind;

Die zum abdichten benutzte drehparallel gewölbte Kopffläche (18) und/oder die Ränder der drehparallel flachen Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) sich in jeder Drehwinkelstellung der Läufer (9, 10) in der, jeweils ihrem eigenen Läufer gegenüberliegenden Halbkugel des Arbeitsraumes befinden müssen und die drehparallele Arbeitsraum-Symmetrieebene nicht berühren oder passieren dürfen, wenn eine dauernde Dichtung zwischen Zahnkopffläche (18) oder deren Ränder und jeweils eine der beiden Flanken (14) ihrer Nachbarzähne bestehen soll.

3. Rotationskolbenmaschine, die als Pumpe/Verdichter oder als Kraftumwandler unter Druck befindlicher Stoffe arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1, 2 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Außer beide Arbeitsraum-Läuferflächen fast die ganze Begrenzung des Arbeitsraumes als Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) ausgebildet ist und nur im Bereich des oberen Totpunktes (19) und unteren Totpunktes (20) die, von den Zähnen (1 - 8) dichtend berührte Arbeitsraumbegrenzung in solchem drehparallelen Radianten anliegt, daß bei Stillstand der Läufer (9, 10) kein Stoffaustausch zwischen Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) stattfindet.

4. Rotationskolbenmaschine, die als Expansionsmaschine unter Druck befindlicher Stoffe arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 3 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Die, von den Zähnen (1 - 8) dichtend berührte Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses (11) an Einlaßfenster (12) vom oberen Totpunkt (19) aus - entgegen der Läuferdrehrichtung - in solchem Radianten verkleinert, das die, von

den Zähnen (1 - 8) gebildeten einzelnen Arbeitskammern, bevor ihr Volumen am größten ist, das Einlaßfenster (12) passiert haben und bis zum Erreichen des Auslaßfensters (13) der Stoff in den Arbeitskammern expandiert, wobei die Größe, der in den Arbeitskammern erreichbaren Expansion von der radianten Länge des Einlaßfensters (12) abhängt.

5. Rotationskolbenmaschine, die als Verdichter arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 3 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Die, von den Zähnen (1 - 8) dichtend berührte Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses (11) das Auslaßfenster (13) vom unteren Totpunkt (20) aus in Lauferdrehrichtung in solcher radianten Länge verkleinert, daß in den, von den Zähnen (1 - 8) gebildeten einzelnen Arbeitskammern, bevor sie das Auslaßfenster (13) erreichen, die Kompression des zu verdichtenden Stoffes beginnt, wobei dann die Größe der in den Arbeitskammern erzeugten Kompression, wenn sie das Auslaßfenster (13) erreicht haben, von der radiantem Länge des Auslaßfensters (13) abhängt.

6. Rotationskolbenmaschine, die als Brennkraftmaschine arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1, 2 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Die Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) drehparallel wenigstens so eine Wölbung hat, daß die Dichtungsberührungslinie, die beim Kontakt mit einer der beiden Flanken (14) ihrer Nachbarzähne entsteht, in jeder Drehwinkelstellung der Läufer (9, 10) geschlossen bleibt;

Zwischen den, an einem Läufer (9) sitzenden Zähnen (Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 genannt) nur Gas verbrannt und ausgeschoben wird, wobei zwischen den, am anderen Läufer (10) sitzenden Zähnen (Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 genannt) nur Gas angesaugt und verdichtet wird;

Das Einlaßfenster (12) nur im Bereich der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) - aber unerreichbar für die Flanken (14)

- 6 -

der Arbeitszähne (1, 3, 5, 7) und ihrer, während des Ansaugens der Frischgase beim abdichten entstehenden Kontaktlinie der Kopfflächen (18) liegt;

Die Kleinsten, zwischen den Ansaugzähnen (2, 4, 6, 8) entstehenden einzelnen Arbeitskammern, während der Läuferdrehung, das Einlaßfenster (12) in der Arbeitsraumbegrenzung dann erreichen, während ihre Mitten den oberen Totpunkt (19) passieren und - um eine größtmögliche Frischgasfüllung zu erreichen - es dann passiert haben, kurz nachdem ihre Mitten den unteren Totpunkt (20) passierten, wobei ihr größtes erreichbares Volumen wieder abnimmt;

Das Auslaßfenster nur im Bereich der Arbeitszähne (1, 3, 5, 7) - aber unerreichbar für die Flanken (14) der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) und ihrer, während des ausschlebens der verbrannten Restgase beim abdichten bestehenden Kontaktlinie ihrer Kopfflächen (18) liegt;

Die größten, zwischen den Arbeitszähnen (1, 3, 5, 7) entstehenden einzelnen Arbeitskammern, während der Läuferdrehung, das Auslaßfenster (13), kurz bevor ihre Volumen am größten sind, erreichen, so daß sich in ihnen, wenn ihre Mitten den unteren Totpunkt (20) erreichen, das verbrannte Gas entspannt hat, wobei sie dann, wenn ihre Mitten den oberen Totpunkt (19) passieren, das Auslaßfenster (13) passiert haben;

Im Oberen Totpunkt (19), im Bereich der Arbeitskammern mit den komprimierten Frischgasen, eine Zündvorrichtung (16) angeordnet ist, die periodisch gesteuert - oder als Dauerbrenner/-zünder, dessen Öffnung in der Arbeitsraumbegrenzung von den Zähnen (1 - 8) periodisch verdeckt wird, von den Zähnen (1 - 8) selbst übersteuert wird;

Bei Umkehr der Läuferdrehung das Einlaßfenster (12) als Auslaßfenster - und das Auslaßfenster (13) als Einlaßfenster dient, wobei dann zwischen den Ansaugzähnen (2, 4, 6, 8) Gas verbrannt und ausgeschoben - und zwischen den Arbeitszähnen (1, 3, 5, 7) Gas angesaugt und verdichtet wird.

7. Rotationskolbenmaschine, die als Bënnkraftmaschine arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1, 2 dadurch gekennzeichnet sind, daß:



- 7 -

Die Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) drehparallel flach ist;

Zwischen den Zähnen (Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 genannt) eines Läufers (9) nur Gas verbrannt und ausgeschoben wird, wobei zwischen den Zähnen (Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 genannt) des anderen Läufers (10) nur Gas angesaugt und verdichtet wird;

Das Einlaßfenster (12) nur im Bereich der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) - aber unerreichbar für die Flanken (14) der Arbeitszähne (1, 3, 5, 7) und ihrer Kopfflächen (18) liegt;

Während der Läuferdrehung die kleinsten, zwischen den Ansaugzähnen (2, 4, 6, 8) entstehenden einzelnen Arbeitskammern das Einlaßfenster (12) in den Arbeitsraumbegrenzung dann erreichen, während ihre Mitten den oberen Totpunkt (19) passieren und - um eine größtmögliche Frischgasfüllung zu erreichen - es dann passiert haben, kurz nachdem ihre Mitten den unteren Totpunkt (20) passiert haben, wobei ihr größtes erreichtes Volumen wieder abnimmt;

Das Auslaßfenster (13) nur im Bereich der Arbeitszähne (1, 3, 5, 7) - aber unerreichbar für die Flanken (14) der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) und ihrer Kopfflächen (18) liegt;

Während der Läuferdrehung die größten, zwischen den Arbeitszähnen (1, 3, 5, 7) entstehenden einzelnen Arbeitskammern, kurz bevor ihr Volumen am größten ist, das Auslaßfenster (13) erreichen, so daß sich in ihnen dann, wenn ihre Mitten den unteren Totpunkt (20) erreichen, das verbrannte Gas entspannt hat;

Die, zwischen den Arbeitszähnen (1, 3, 5, 7) entstehenden einzelnen Arbeitskammern das Auslaßfenster (13) dann passiert haben, wenn ihre vordere Begrenzung den oberen Totpunkt (19) passiert;

In Läuferachsenrichtung die radiante Höhe der Arbeitszähne (1, 3, 5, 7) größer als die der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) ist, so daß im oberen Totpunkt (19) zwischen der achsialen Arbeitsraumbegrenzung, in deren Achse der Läufer (10)

- 8 -

der Ansaugzähne (2, 4, 6, 8) nicht gelagert ist, und der Kopffläche (18) des jeweils dort befindlichen Ansaugzahnes (2, 4, 6, 8) ein Zwischenraum bleibt;

In Läuferdrehrichtung in der vorderen Flanke (14), am Zahngrund jedes Zahnes (1 - 8) eine Überströmbucht (15) ausgebildet ist;

In jeder vorderen Zahnflanke (14) der radiale Rand der Überströmbucht (15) vom hinteren radialen Kopfflächenrand (18) jedes Zahnes (1 - 8) jeweils dann passiert - und somit die Überströmbucht (15) benutzbar wird, wenn der vordere Kopfflächenrand (18) des jeweils selben Zahnes den oberen Totpunkt (19) passiert, so daß zum einen jeweils zwischen den Ansaugzähnen (2, 4, 6, 8) vorverdichtetes Frischgas durch die Überströmbucht (15) jedes Arbeitszahnes (1, 3, 5, 7) auch zum oberen Totpunkt (19) zwischen achsialer Arbeitsraumbegrenzung und Kopffläche (18) des jeweils dort befindlichen Ansaugzahnes (2, 4, 6, 8) strömt - und zum anderen durch die Überströmbucht (15) jedes Ansaugzahnes (2, 4, 6, 8) der Rest des vorverdichteten Frischgases, der noch zwischen achsialer Arbeitsraumbegrenzung und der Kopffläche (18) des jeweils kurz vor dem oberen Totpunkt (19) befindlichen Arbeitszahnes (1, 3, 5, 7) ist, in die - in Drehrichtung - hintere Arbeitskammer strömt, wo es nicht restlos ausgeschobenes verbranntes Gas ausspült;

Im oberen Totpunkt (19), im Bereich der Arbeitskammern mit den komprimierten Frischgasen, eine Zündvorrichtung (16) angeordnet ist, die periodisch gesteuert - oder als Dauerbrenner/-zündler, dessen Öffnung in der Arbeitsraumbegrenzung von den Zähnen (1 - 8) periodisch verdeckt wird, von den Zähnen (1 - 8) selbst übersteuert wird.

8. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 7 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Das Ansaug- - Verdichtungsverhältnis dadurch bestimmt wird, in welchem Winkel beide achsialen, kegeligen Arbeitsraumbegrenzungen - und somit die Achsen der Läufer(9, 10)

- 9 -

zueinander stehen und/oder;

Das Ansaug- - Verdichtungsverhältnis dadurch erhöht (erniedrigt) wird, in dem die Anzahl der Zähne (1 - 8) erniedrigt (erhöht) wird und/oder;

Das Ansaug- - Verdichtungsverhältnis dadurch erniedrigt (erhöht) wird in dem - nach Anspruch 1 - 5, 7 - der Radius beider Ränder der drehparallel flachen Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) - und somit auch die Größe der parabolischen Einbuchtung der Zahnflanken (14) vergrößert (verkleinert) wird oder - nach Anspruch 1 - 6 - die drehparallele Wölbung der Kopffläche (18) jedes Zahnes (1 - 8) vergrößert (verkleinert) wird, wobei - nach Anspruch 1 - 7 - auch die - in Lauferachsenrichtung - radiante Höhe jedes Zahnes (1 - 8) entsprechend vergrößert (verkleinert) wird und/oder;

Nach Anspruch 1, 7 in Brennkraftmaschinen mit drehparallel flacher Kopffläche (18) der Zähne (1 - 8) das Ansaug- - Verdichtungsverhältnis dadurch erniedrigt (erhöht) wird, in dem die - in Lauferachsenrichtung - radiante Höhe jedes Arbeitszahnes (1, 3, 5, 7) vergrößert (verkleinert) wird, so daß sich der Raum im oberen Totpunkt (19) zwischen axialer Arbeitsraumbegrenzung und der Kopffläche (18) des jeweils dort befindlichen Ansaugzahnes (2, 4, 6, 8) vergrößert (verkleinert) und/oder in der Kopffläche (18) eine Vertiefung, entsprechend der gewünschten Frischgasverdichtung eingearbeitet wird.

9. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 8 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

Drehrichtungsparallel die radiante Breite der Zähne (1 - 8) jedes Läufers (9, 10) unterschiedlich - und somit auch die Größe der einzelnen Arbeitskammern unterschiedlich sein kann;

Drehrichtungsparallel die radiante Breite jedes Zahnes (1, 3, 5, 7) eines Läufers (9) gleich - aber unterschiedlich zu der aller Zähne (2, 4, 6, 8) des anderen Läufers (10) ist,

- 10 -

so daß - nach Anspruch 6, 7 - in Brennkraftmaschinen das Verhältnis der Ansaug-/Verdichtungskammern zu den Verbrennungs-/Ausschubkammern in beliebiger Größe gestaltet werden kann.

10. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 9 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Ausgenommen Anspruch 6 - ein holkugel-scheibenförmiger Läufer (9) ganz - oder zum Teil und ergänzend mit dem Gehäuse (11) die achsferne, holkugelige Ummantelung aller Arbeitskammern bildet und/oder ;  
Ein kugelig Läufer (10) ganz oder als Kugelteil ergänzend mit dem Gehäuse (11) die achsnahe kugelige Arbeitsraumbegrenzung bildet und/oder;  
Ausgenommen Anspruch 6 - zwei holkugel-scheibenförmige Läufer (9, 10) achsial im stumpfen Winkel zueinander angeordnet mit dem Gehäuse (11) zusammen die achsferne holkugelige Ummantelung aller Arbeitskammern bilden und/oder;  
Zwei kugelschichtförmige Läufer (9, 10), achsial im stumpfen Winkel zueinander angeordnet, zusammen mit dem Gehäuse (11) die achsnahe, kugelige Arbeitsraumbegrenzung bilden und oder;  
Je einer der beiden Läufer (9, 10) zum Teil oder ganz eine der beiden achsialen Arbeitsraumbegrenzungen bildet, so daß - im "und" Falle nach - und zwischen Absatz 3 und 4 - an beide in der selben Achse gelagerte Läufer, die selben Zähne befestigt sind.

11. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1, 6 -10 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Die Zündvorrichtung (16) periodisch gesteuert - oder deren Öffnung, die von den Zähnen (1 - 8) periodisch verdeckt wird, von den Zähnen (1 - 8) selbst übersteuert wird, wobei die Zündvorrichtung (16) eine Dauereinspritzvorrichtung, deren Einspritzdruck die Umdrehungszahl der Läufer (9, 10) reguliert, oder ein Dauerbrenner/-zündler sein kann.

12. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch

1 - 11 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

In Maschinen mit gewölbten Zahnköpfen (18) - die Krümmung der drehparallelen Wölbung der Zahnköpfe (18) gleichmäßig oder ungleichmäßig, symmetrisch oder unsymmetrisch, stark oder schwach - aber an keiner Stelle schwächer als die Krümmung des jeweils an der betreffenden Stelle entstehenden drehparallelen Kreises sein darf, wenn eine geschlossen gleitende Dichtungslinie zwischen Kopfflächen (18) und Flanken (14) der Zähne (1 - 8) erhalten bleiben soll;

Die Wölbung der Kopfflächen (18) aller Zähne (1 - 8) gleich - aber auch von Läufer zu Läufer - oder von Zahn zu Zahn unterschiedlich sein kann.

13. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch

1 - 12 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

In Maschinen mit flachen und/oder gewölbten Kopfflächen die drehparallel flachen und/oder gewölbten Kopfflächen (18) der Zähne (1 - 8) und daraus resultierend auch die Flanken (14) ihrer Nachbarzähne, in radialer Richtung, gerade oder krumm sein können, wobei diese Krümmung gleichmäßig oder ungleichmäßig, symmetrisch oder unsymmetrisch sein - und auch wechseln - also auch gewellt und/oder gezackt und/oder genutet sein kann;

Die radiale Krümmung der Kopfflächen (18) aller Zähne (1 - 8) und daraus resultierend auch die Flanken (14) ihrer Nachbarzähne gleich - aber auch von Läufer zu Läufer - oder von Zahn zu Zahn unterschiedlich sein kann.

14. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch

1 - 13 dadurch gekennzeichnet sind, daß:

In Maschinen mit Arbeitsraum in Form eines Holzkugelteiles, bei welcher das Einlaßfester (12) auch - oder nur in der mittelpunktnahen Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses (11) ausgebildet ist - die radiale Schräge der Zähne (1 - 8) - nach Anspruch 2, Absatz 4 - zum einen in Brennkraftmaschinen in der Art vorteilhaft benutzt wird, daß jeweils das Mittelpunktnahe Ende einer Zahnflanke (14)

jeweils einer Arbeitskammer schon das mittelpunktnahe Einlaßfenster (12 im oberen Totpunkt (19) erreicht, während das mittelpunktferne Ende der Flanke (14) des Nachbarzahn des selben Arbeitskammer das Auslaßfenster (13) noch nicht ganz passiert hat, wobei die verbrannten Restgase durch das schon einströmende Frischgas, durch Zentrifugalkraft und Massenträgheit -, deren Wirkung zum anderen auch in Verdichtern oder Kraftumwandlern unter Druck befindlicher Stoffe durch die Schrägverzahnung vorteilhaft genutzt werden kann, aus das Auslaßfenster (13) gespült werden;

Im Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) Leitschaufeln (21) angeordnet sind und/oder das Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) selbst entsprechend strömungsgünstig gestaltet ist.

15. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 6, 8 - 12 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Die Drehung beider Läufer (9, 10) in beiden Richtungen erfolgen kann, wobei bei Drehrichtungswechsel der Läufer (9, 10) das Einlaß- (12) als Auslaßfenster - und das Auslaßfenster (13) als Einlaßfenster dient.
16. Rotationskolbenmaschine, deren Merkmale nach Anspruch 1 - 15 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Die Läufer (9, 10) außerhalb des Arbeitsraumes mit je einem Kegelzahnrad (17), deren Zähne ineinandergreifen, versehen sind oder die Läufer (9, 10) durch ein Synchrongetriebe außerhalb des Arbeitsraumes miteinander gekoppelt sind, so daß auch unter extremen Anforderungen beide Läufer (9, 10) synron laufen.
17. Rotationskolbenmaschine, die als Brennkraftmaschine arbeitet, deren Merkmale nach Anspruch 1, 2, 9 - 13, 16 dadurch gekennzeichnet sind, daß:  
Zwischen den Zähnen (1 - 8) beider Läufer (9, 10) Gas angesaugt, verdichtet, verbrannt und ausgeschoben wird;  
Das Einlaß- (12) und das Auslaßfenster (13) im Bereich

der Zähne (1 - 8) beider Läufer (9, 10) liegt, wobei das Einlaßfenster (12) mittelpunktnäher als das Auslaßfenster (13) in der Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses (11) ausgebildet ist, so daß, während der Läuferdrehung, durch Zentrifugalkraft am Einlaßfenster (12) Unter- und am Auslaßfenster (13) Überdruck entsteht und Gas nur vom Einlaßfenster (12) zum Auslaßfenster (13) strömt;

Das Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) im Drehwinkelbereich liegt, in dem zwischen den Zähnen (1 - 8) die größten einzelnen Arbeitskammern entstehen;

Die einzelnen Arbeitskammern, während der Laufdrehung, das Auslaßfenster (13) etwas früher als das Einlaßfenster (12) erreichen, so daß sich in ihnen, bevor sie das Einlaßfenster (12) erreichen, die verbrannten Gase entspannen haben;

Die einzelnen Arbeitskammern, während der Läuferdrehung, das Auslaßfenster (13) etwas früher passiert haben als das Einlaßfenster (12), so daß sich in ihnen, nachdem sie das Auslaßfenster (13) passiert haben, das einströmende Frischgas staut und dadurch eine bessere Frischgasfüllung erreicht wird;

Im oberen Totpunkt (19) eine Zündvorrichtung (16) angeordnet ist, die periodisch gesteuert - oder als Dauerbrenner/-zündler oder -Einspritzer, dessen Öffnung in der Arbeitsraumbegrenzung von den Zähnen (1 - 8) periodisch verdeckt wird, von den Zähnen (1 - 8) selbst übersteuert wird, wobei bei einer Dauereinspritzvorrichtung die Höhe des Einspritzdruckes die Umdrehungszahl der Läufer (9, 10) reguliert;

Die Dauer der Restgasaus- und Frischgaseinspülung sowie die Größe des unterschiedlichen Verdichtungskammer- - Arbeitskammerverhältnisses dadurch bestimmt wird, in welchem Drehwinkelbereich vor dem unteren Totpunkt (20) die, mit den gezündeten und sich ausdehnenden Gasen beladenen einzelnen Arbeitskammern das Auslaßfenster (13) erreichen und in welchem Drehwinkelbereich nach dem unteren Totpunkt (20)

- 14 -

die sich verkleinernden, einzelnen Arbeitskammern das Einlaßfenster (12) passiert haben;

Zusätzlich zur Zentrifugalkraft auch die Massenträgheit des Gases genutzt wird, in dem die Zähne (1 - 8) - nach Anspruch 2, Absatz 4 - radial schräg ausgebildet sind und im Einlaß-(12) sowie Auslaßfenster (13) Leitschaufeln (21) angeordnet sind und/oder das Einlaß- (12) und Auslaßfenster (13) selbst entsprechend strömungsgünstig gestaltet ist.



Rudi Werner  
 Taubshägerweg 2 d  
 2000 Hamburg 53

# ROTATIONS KOLBEN MASCHINE

Gegenstand der Erfindung ist eine Rotationskolbenmaschine, in der, zwei im stumpfen Winkel zueinander angeordnete Kegelzahnräder, besetzt mit wenigstens je zwei pyramidenähnlichen Zähnen, deren gewölbte Kopffläche oder Kopfflächenränder, während der Kegelzahnradrotation, wechselweise an eine ihrer beiden Nachbarzahnflanken dichtend entlanggleiten, nur um ihre Achsen drehbar in einem Gehäuse mit kugeligem - oder hohlkugeligem Arbeitsraum, dessen kugelige Begrenzungsfläche/-flächen den Kegelzahnrad-Achsentreffpunkt als Mittelpunkt hat/haben und dicht an den Kegelzahnradern sowie der achsfernen, konvexen -/und achsnahen, konkaven Fläche jedes Zahnes anliegt, gelagert sind, so daß während der Drehung der Kegelzahnräder Arbeitskammern wechselnden Volumens entstehen, in die durch Einlaß- und Auslaßfenster, die in der Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses ausgebildet sind, Stoffe ein- und ausströmen.

Von Vorteil bei dieser Erfindung ist, daß sich in dieser Kraftmaschine nur zwei Teile bewegen. Diese beiden Teile drehen sich nur um ihre eigenen Achsen, deren Lagerung im Gehäuse in solider Bauweise ohne Schwierigkeit möglich ist.

Der Aufbau dieser Kraftmaschine wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin werden folgende Zahlen als Bezugszeichen für folgend aufgeführte Teile verwendet:

- 1 - 8 = Zähne
- 9, 10 = Läufer
- 11 = Gehäuse
- 12 = Einlaßfenster
- 13 = Auslaßfenster
- 14 = Zahnflanke
- 15 = Überströmbucht
- 16 = Zündvorrichtung
- 17 = Kegelzahnrad
- 18 = Zahnkopffläche
- 19 = oberer Totpunkt
- 20 = unterer Totpunkt
- 21 = Leitschaufel

Es zeigen: Figur 1 einen Schnitt gemäß den Linien E - F in Figur 2 sowie J - K, L - N in Figur 3. Die in diesen Figuren dargestellte Brennkraftmaschine hat acht Zähne 1 - 8 mit gewölbten Kopfflächen 18. Die Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 sind am Läufer 10 - die Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 sind am Läufer 9 befestigt. Von Vorteil für das ansaugen und ausschieben der Gase ist die Anordnung pyramidenstumpf-ähnlicher Zähne, deren mittelpunkt-nahe, konkave Deckflächen an eine Kugel, die im Innenraummittelpunkt angeordnet und vom Gehäuse 11 gebildet wird, angepaßt sind. In dieser vom Gehäuse 11 gebildeten Kugel können zusätzliche Einlaß- und Auslaßfenster untergebracht werden, wobei es besonders vorteilhaft ist das Einlaßfenster 12 nur in der mittelpunktnahen - und das Auslaßfenster 13 nur in der mittelpunktfernen Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses 11 auszubilden, so daß mit Unterstützung der Zentrifugalkraft die Frischgase besser angesaugt - und die verbrannten Restgase besser ausgeschoben werden. ,

Fig. 2 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 1 und G - H in Figur 3. Diese Figur zeigt das Einlaßfenster 12 in der vom Gehäuse 11 um den Arbeitsraummittelpunkt gebildeten Kugel.

Fig. 3 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 1 vom Mittelpunkt M aus gesehen, Die, in Drehrichtung vordere Flanke 14 des Zahnes 4 - sowie die hintere des Zahnes 5 passieren den oberen Totpunkt 19. Die, in Drehrichtung vordere Flanke 14 des Zahnes 8 - sowie die hintere des Zahnes 1 passieren den unteren Totpunkt 20. In den beiden Arbeitskammern, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 5, 6, 7 sowie 7, 8, 1 gebildet werden, dehnen sich entzündete Gase aus. Die Zähne 6, 7, 8 saugen Frischgas aus dem Einlaßfenster 12 an. In den beiden vom Gehäuse 11 und den Zähnen 8, 1, 2 sowie 2, 3, 4 gebildeten Arbeitskammern wird angesaugtes Frischgas verdichtet. Die Zähne 1, 2, 3 schieben verbranntes Restgas durch das Auslaßfenster 13.

Fig. 4 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 1 vom Mittelpunkt M aus gesehen nach einer 22,5° Läuferdrehung. Die Zahnmitte des Zahnes 4 hat den oberen Totpunkt 19 -, die des Zahnes 8 den unteren Totpunkt 20 erreicht. Beide, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern saugen Frischgas aus dem Einlaßfenster 12 an. In der Arbeitskammer, die von den Zähnen 5, 6, 7 gebildet wird, dehnt sich entzündetes Gas aus. Aus der Arbeitskammer, die von den Zähnen 7, 8, 1 gebildet wird, puffen durchs Auslaßfenster 13 verbrannte Gase. In der, von den Zähnen 8, 1, 2 und dem Gehäuse 11 gebildeten Arbeitskammer wird angesaugtes Frischgas verdichtet. Aus der, von den Zähnen 1, 2, 3 gebildeten Arbeitskammer wird verbranntes Restgas durch das Auslaßfenster 13 geschoben.

Fig. 5 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 1 nach einer Läuferdrehung um  $45^\circ$  vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die, in Drehrichtung vordere Flanke 14 des Zahnes 3 sowie die hintere des Zahnes 4 passieren den oberen Totpunkt 19 -, die der Zähne 7 und 8 passieren den unteren Totpunkt 20. In der, von den Zähnen 3, 4 und dem Gehäuse 11 gebildeten Arbeitskammer zündet die Zündvorrichtung 16 das verdichtete Frischgas. Die Zündvorrichtung 16, die auch eine Einspritzvorrichtung für selbstzündende Kraftstoffe sein kann, kann periodisch gesteuert - oder als Dauerzünder/-einspritzer von den Zähnen selbst übersteuert werden. In beide, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern strömt aus dem Einlaßfenster 12 Frischgas. Entzündetes Gas dehnt sich in der Arbeitskammer aus, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 5, 6, 7 gebildet wird. Durch das Auslaßfenster 13 wird verbranntes Restgas, das sich noch in den, von den Zähnen 7, 8, 1 sowie 1, 2, 3 gebildeten Arbeitskammern befindet ausgeschoben.

Fig. 6 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 1 nach einer Läuferdrehung um  $67,5^\circ$  vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die Mitte des Zahnes 3 hat den oberen Totpunkt 19 -, die des Zahnes 7 hat den unteren Totpunkt 20 erreicht. In beide, vom Gehäuse 11 und den Zähnen 3, 4, 5, sowie 5, 6, 7 gebildete Arbeitskammern dehnen sich entzündete Gase aus. Aus dem Einlaßfenster 12 strömt Frischgas in die, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern. Die Zähne 7, 8, 1 sowie 1, 2, 3 schieben durch das Auslaßfenster 13 verbranntes Restgas.

Fig. 7 eine Teilabwicklung eines Ausführungsbeispiels, bei dem in einer Brennkraftmaschine die - in Drehrichtung radiante Breite der Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 größer als die der Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 ist, so daß die

Arbeits-/Ausschubkammern größer als die Ansaug-/Verdichtungskammern sind.

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel, in dem eine Teilabwicklung von einer Brennkraftmaschine dargestellt ist. Darin ist die drehrichtungsparallele Wölbung der Kopffläche 18 aller Zähne 1 - 8 nicht gleichmäßig. Die Kopfflächenmitte ist weniger gewölbt als ihre Ränder. Der Vorteil dabei ist, daß die Höhe der Zähne 1 - 8 geringer ist und dadurch bei gleichem Zahnhub ein kleinerer Raum im oberen Totpunkt 19 entsteht, wobei weniger Totraum in Verdichtern/Kraftumwandlern - oder in Brennkraftmaschinen eine höhere Frischgasverdichtung erreicht wird. Um aber eine geschlossen gleitende Dichtungsline zwischen Kopfflächen 18 und Flanken 14 der Zähne 1 - 8 zu erhalten darf die Kopfflächenwölbung eine Mindestkrümmung nicht unterschreiten. Die Drehung der Läufer 9, 10 der, in den Figuren 1 - 8 dargestellten Brennkraftmaschinen kann in beiden Richtungen erfolgen. Bei Drehung der Läufer 9, 10 entgegen der dargestellten Drehrichtung wird das Einlaß- 12 zum Auslaßfenster und das Auslaß- 13 zum Einlaßfenster, wobei dann zwischen den Ansaugzähnen 2, 4, 6, 8 Gas verbrannt und ausgeschoben - und zwischen den Arbeitszähnen 1, 3, 5, 7 Gas angesaugt und verdichtet wird.

Fig. 9 einen Schnitt gemäß den Linien E - F in Figur 10 und J - K, L - N in Figur 12. Die Mindesthöhe, die die Zähne 1 - 8 haben müssen, um mit ihren Zahnköpfen dauernd dichtend an den Zahnflanken 14 ihrer Nachbarzähne entlanggleiten zu können, ist in den Figuren 9 - 19 dargestellt. Darin haben die Kopfflächen 18 keine Wölbung, so daß nur ihre Ränder, deren Dichtungsperioden sich im oberen - 19 und unteren Totpunkt 20 gering überschneiden, an den Flanken 14 ihrer Nachbarzähne - und im oberen Totpunkt 19 nur ihre drehrichtungsparallele Fläche kurzzeitig an der achsialen, kegeligen Arbeitsraumbegrenzung, in deren Achse ihr Läufer nicht gelagert ist, dichtend entlanggleiten.

Fig. 10 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 9 und G - H in Figur 12. Die dargestellte Brennkraftmaschine hat acht Zähne 1 - 8. Die Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 sind am Läufer 10 - die Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 sind am Läufer 9 befestigt. Es könnte fertigungstechnisch schwierig sein die Pyramidenspitzen der Zähne 1 - 8 im Mittelpunkt M enden zu lassen. In dem Falle können die Zähne pyramiden-stumpfähnlich gestaltet und deren konkave Deckflächen an eine Kugel, die im Arbeitsraummittelpunkt angeordnet - und vom Läufer 10 gebildet wird, angepaßt werden.

Fig. 11 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 9  $22,5^\circ$  vor der dargestellten Läuferstellung vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die, in Drehrichtung vordere Flanke 14 des Zahnes 4 - sowie die hintere des Zahnes 5 passieren den oberen Totpunkt 19. Die, in Drehrichtung vordere Flanke des Zahnes 8 - sowie die hintere des Zahnes 1 passieren den unteren Totpunkt 20. Der, in Drehrichtung hintere, radiale Kopfflächenrand 18 des Zahnes 4 verhindert am Rand der Überströmbucht 15 des Zahnes 3 noch, daß das komprimierte Frischgas, das in der, vom Gehäuse 11 und den Zähnen 2, 3, 4 gebildeten Arbeitskammer weiter komprimiert wird, in die Arbeitskammer, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 3, 4, 5 gebildet wird, überströmt. Die Überströmbucht 15 ist in jeder - in Läuferdrehrichtung - vorderen Flanke 14 am Zahngrund jedes Zahnes 1 - 8 ausgebildet. In den beiden Arbeitskammern, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 5, 6, 7 sowie 7, 8, 1 gebildet werden, dehnen sich entzündete Gase aus. Die Zähne 6, 7, 8 saugen Frischgas aus dem Einlaßfenster 12 an. In den beiden, vom Gehäuse 11 und den Zähnen 8, 1, 2 sowie 2, 3, 4 gebildeten Arbeitskammern wird angesaugtes Frischgas verdichtet. Die Zähne 1, 2, 3 schieben verbranntes Restgas durch das Auslaßfenster 13.

Fig. 12 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 9 vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die Mitte des Zahnes 4 hat den oberen Totpunkt 19 - die des Zahnes 8 hat den unteren Totpunkt 20 erreicht. Aus der, von den Zähnen 2, 3, 4 und dem Gehäuse 11 gebildeten Arbeitskammer strömt das vorverdichtete Frischgas über die nun vom Kopfflächenrand 18 des Zahnes 4 geöffnete Überströmbucht 15 des Zahnes 3 auch in die Arbeitskammer, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 3, 4, 5 gebildet wird. Da die Mitte dieser beiden Arbeitskammern noch vor dem oberen Totpunkt 19 liegt, wird das Frischgas in diesen beiden Arbeitskammern weiter verdichtet. In beide, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern wird Frischgas aus dem Einlaßfenster 12 angesaugt. In der Arbeitskammer, die von den Zähnen 5, 6, 7 gebildet wird, dehnt sich entzündetes Gas aus. Aus der Arbeitskammer, die von den Zähnen 7, 8, 1 gebildet wird, puffen verbrannte Gase durch das Auslaßfenster 13. In der, von den Zähnen 8, 1, 2 und dem Gehäuse 11 gebildeten Arbeitskammer wird angesaugtes Frischgas verdichtet, Aus der, von den Zähnen 1, 2, 3 gebildeten Arbeitskammer wird verbranntes Restgas aus dem Auslaßfenster 13 geschoben.

Fig. 13 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 15 vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die, in Drehrichtung vordere Flanke 14 des Zahnes 3 sowie die hintere des Zahnes 4 haben den oberen Totpunkt 19 -, die der Zähne 6 und 8 haben den unteren Totpunkt 20 erreicht. In der, von den Zähnen 3, 4, 5 und dem Gehäuse 11 gebildeten Arbeitskammer zündet die Zündvorrichtung 16 das verdichtete Frischgas. Auch in dieser Brennkraftmaschine kann die Zündvorrichtung 16 periodisch gesteuert - oder als Dauerzünder/-einspritzer von den Zähnen selbst übersteuert werden. In beide, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern strömt Frischgas

durch das Einlaßfenster 12. Entzündetes Gas dehnt sich in der Arbeitskammer aus, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 5, 6, 7 gebildet wird. Aus den beiden Arbeitskammern, die von den Zähnen 7, 8, 1 sowie 1, 2, 3 gebildet werden, wird verbranntes Restgas durch das Auslaßfenster 13 geschoben. In der Arbeitskammer, die vom Gehäuse 11 und den Zähnen 8, 1, 2 gebildet wird, verdichtet sich Frischgas. In der, vom Gehäuse 11 und der Kopffläche 18 des Zahnes 3 sowie der Überströmbucht 15 des Zahnes 2 gebildeten Arbeitskammer verbleibt noch ein kleiner Rest des nicht umgeladenen, verdichteten Frischgases, das, nachdem die Kopfflächenkante 18 des Zahnes 3 die Überströmbucht 15 des Zahnes 2 passiert hat, das nicht ausgeschobene, verbrannte Restgas aus der, von Zähnen 1, 2, 3 gebildeten Arbeitskammer ausspült.

Fig. 14 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 15 nach einer weiteren Läuferdrehung um  $22,5^\circ$  vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die Zahnmitte des Zahnes 3 hat den oberen Totpunkt 19 - , die des Zahnes 7 hat den unteren Totpunkt 20 erreicht. In beide, vom Gehäuse 11 und den Zähnen 3, 4, 5 sowie 5, 6, 7 gebildeten Arbeitskammern dehnen sich entzündete Gase aus. Durch das Einlaßfenster 12 strömt Frischgas in die, von den Zähnen 4, 5, 6 sowie 6, 7, 8 gebildeten Arbeitskammern. Die Zähne 7, 8, 1 schieben verbranntes Restgas durch das Auslaßfenster 13. Auch aus der, von den Zähnen 1, 2, 3, gebildeten Arbeitskammer wird Restgas ausgeschoben und vom restlichen Frischgas, das nun aus der, vom Gehäuse 11 und der Kopffläche 18 des Zahnes 3 sowie der Überströmbucht 15 des Zahnes 2 gebildeten Arbeitskammer über die Überströmbucht 15 des Zahnes 2 strömt, ausgespült.



Fig. 15 einen Schnitt gemäß den Linien E - F in Figur 16 und J - K, L - N in Figur 13.

Fig. 16 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 15 und G - H in Figur 13. Diese, in den Figuren 15, 16 dargestellte Brennkraftmaschine zeigen ein Ausführungsbeispiel, in dem die beiden kugelschichtförmigen Läufer 9, 10 zusammen mit dem Innenteil des Gehäuses 11 eine Kugel um den Arbeitsraummittelpunkt bilden. Um auch unter extremen Anforderungen den Gleichlauf beider Läufer 9, 10 zu erhalten und möglichen Druck der Kopfflächenränder 18 auf die Dichtungsflanken 14 der Zähne 1 - 8 vorzubeugen, besteht die Möglichkeit an beide Läufer 9, 10, wie diese Figuren zeigen, je ein Kegelszahnrad 17, deren Zähne ineinandergreifen, anzubringen, wobei beide Läufer, falls nötig, auch außerhalb des Arbeitsraumes mit einem Synchrongetriebe gekoppelt werden können.

Fig. 17 einen Schnitt gemäß den Linien E - F in Figur 18 und J - K, L - N in Figur 19.

Fig. 18 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 17 und G - H in Figur 19. In diesen Figuren 17, 18, die ein Ausführungsbeispiel zeigen, in dem der hohlkugelschichtförmige Läufer 9, an dem die Arbeitszähne 1, 3, 5, 7 mit ihren konvexen, achsfernen Flächen befestigt sind, mit seiner inneren Kugelfläche die äußere Ummantelung aller Arbeitskammern bildet, Die mittelpunktnahe Begrenzung der Arbeitskammern bildet der kugelige Läufer 10, an dem die Ansaugzähne 2, 4, 6, 8 mit ihren mittelpunktnahen, konkaven Flächen befestigt sind.

Fig. 19 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 17 vom Mittelpunkt M aus gesehen. In diesen Figuren 17 - 19 ist die - drehparallele - radiante Breite der Arbeits-

zähne 1, 3, 5, 7 nur halb so groß als die der Ansaug-zähne 2, 4, 6, 8, so daß in dieser Maschine das Verhältnis der Ansaug-/Verdichtungskammern zu dem der Arbeits-/Ausschubkammern eins zu zwei ist. Dieses Verhältnis kann auch in diesem Ausführungsbeispiel in jeder Größe durch entsprechend unterschiedliche radiante Zahnbreiten gestaltet werden.

Fig. 20 und 21 wie das Ansaug- Verdichtungsverhältnis auch durch die Größe der Radien  $R$ ,  $R'$  der Kopfflächenränder 18, 18' gestaltet werden kann. Die Flanken 14 der Zähne 3, 3', 4, 4' in Figur 20 befinden sich am oberen Totpunkt 19 -, die der Zähne 7, 7', 8, 8' in Figur 21 am unteren Totpunkt 20. Im gleichen Maße, wie der Radius  $R$  der Kopfflächenränder 18 vergrößert oder verkleinert wird, muß auch die - in Lauferachsenrichtung - radiante Höhe aller Zähne 1 - 8 vergrößert oder verkleinert werden.

Fig. 22 einen Schnitt gemäß den Linien E - F in Figur 23 und J - K, L - N in Figur 24.

Fig. 23 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 22 und G - H in Figur 24.

Fig. 24 eine Abwicklung des Durchmessers D in Figur 22 vom Mittelpunkt M aus gesehen. Die Figuren 22 - 24 zeigen einen Verdichter (Pumpe) - oder Kraftumwandler. Darin strömt der zu komprimierende -, transportierende - oder expandierende Stoff vom Arbeitsraummittelpunkt her im Innenteil des Gehäuses 11 durch das Einlaßfenster 12 in die, sich vergrößernden einzelnen Arbeitskammern, wobei, durch die Schrägung der Zähne 1 - 8 die Massenträgheit des Stoffes ausgenutzt wird. Danach strömt der Stoff, auch mit Hilfe der Zentrifugalkraft, aus den sich verkleinernden Arbeitskammern aus dem Auslaßfenster 13. Diese Schrägung der Zähne 1 - 8 ist auch

in den, in den Figuren 1 - 14 gezeigten Brennkraftmaschinen für das Umladen der Gase von Vorteil. Von besonderem Vorteil ist es im Einlaßfenster 12 und Auslaßfenster 13 Leitschaufeln 21 anzuordnen und/oder das Einlaß- 12 und Auslaßfenster 13 selbst strömungsgünstig zu gestalten.

Fig. 25 einen Schnitt gemäß den Linien C - D in Figur 26.

Fig. 26 einen Schnitt gemäß den Linien A - B in Figur 25.

Diese, in den Figuren 25, 26 gezeigte Brennkraftmaschine arbeitet nach dem Zweitaktprinzip. In den Zwischenräumen aller Zähne 1 - 8 wird Gas angesaugt, verdichtet, verbrannt und ausgespült. Dadurch, daß die Zähne 1 - 8 radial schräg gestaltet sind, das Einlaßfenster 12 in der mittelpunktnahen - und das Auslaßfenster 13 in der mittelpunktfernen Arbeitsraumbegrenzung des Gehäuses 11 ausgebildet ist, werden in dieser Maschine die Zentrifugalkraft sowie die Massenträgheit des Gases besonders vorteilhaft ausgenutzt, wobei die Leitschaufeln 21 und die strömungsgünstige Form des Einlaß- 12 und Auslaßfensters 13 den Gasaustausch unterstützen. Die einzelnen, mit den verbrannten Gasen geladenen Arbeitskammern erreichen das Auslaßfenster zuerst, damit sich in ihnen, wenn sie das Einlaßfenster 12 erreichen, das Gas entspannt hat. Während sie das Einlaß- 12 und das Auslaßfenster 13 passieren, strömt das verbrannte Restgas aus dem Auslaßfenster 13 und wird durch Frischgas, das aus dem Einlaßfenster 12 angesaugt wird, ersetzt, wobei sich in ihnen, nachdem sie dann das Auslaßfenster 13 aber noch nicht das Einlaßfenster 12 passiert haben, das noch einströmende Frischgas staut und sie optimal mit Frischgas füllt. Die Dauer des Gasaustausches hängt von der radialen Länge des Einlaß- 12 und des Auslaßfensters 13 ab. Auch in dieser Maschine kann das Verdichtungs- - Arbeitskammerverhältnis in beliebiger

- d7.  
Leerseite

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 26 -

Größe gestaltet werden. Es hängt davon ab, in welchem Drehwinkelbereich vor dem unteren Totpunkt 20 die Arbeitskammern das Auslaßfenster 13 erreichen und in welchem Drehwinkelbereich nach dem unteren Totpunkt 20 sie das Einlaßfenster 12 passiert haben. Die Zündvorrichtung 16 kann auch in dieser Maschine periodisch gesteuert - oder als Dauerzünder/-brenner oder Dauereinspritzer von den Zähnen 1 - 8 selbst übersteuert werden.

FIG. 7 13

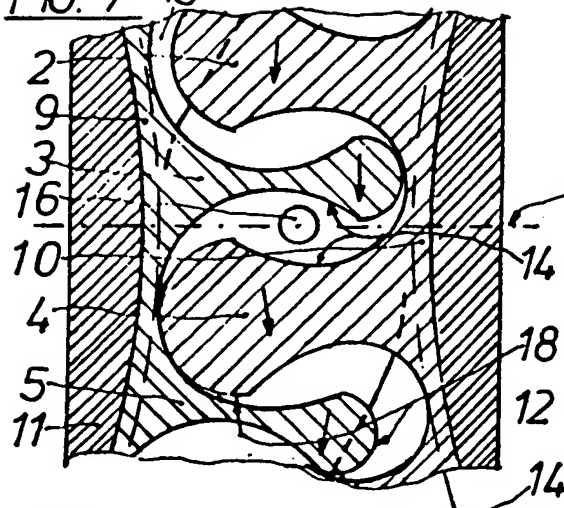


FIG. 8

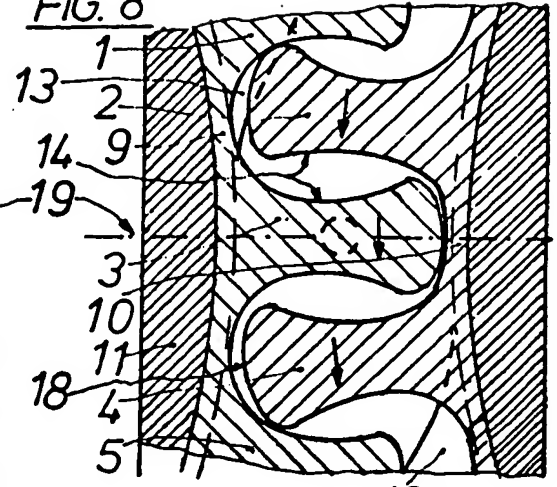


FIG. 5

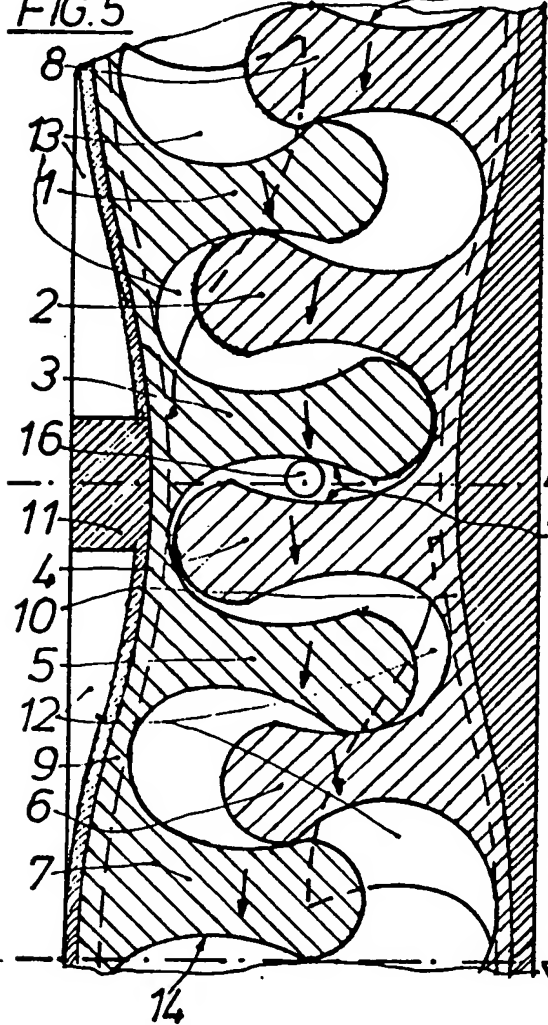
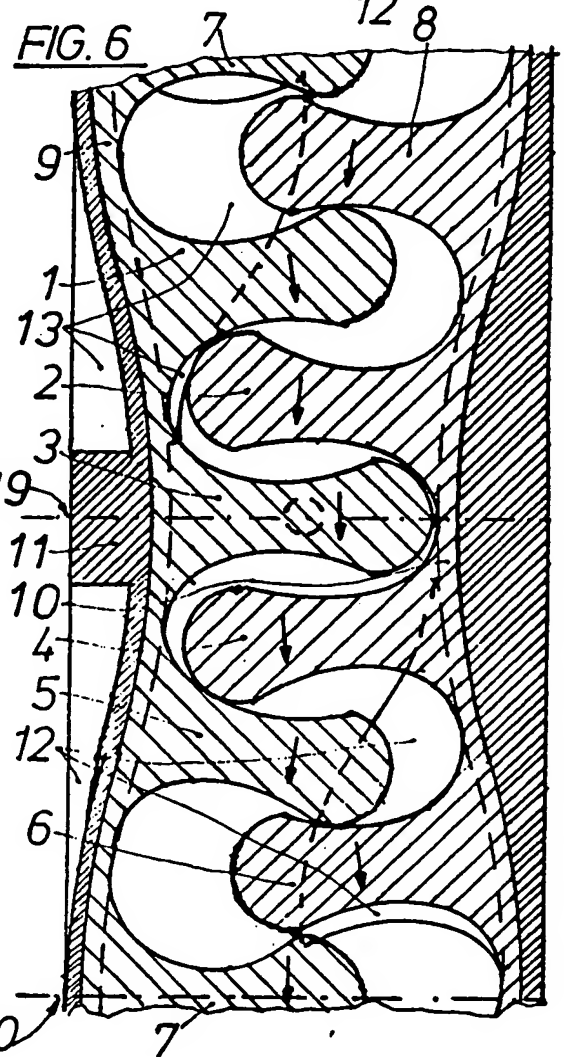
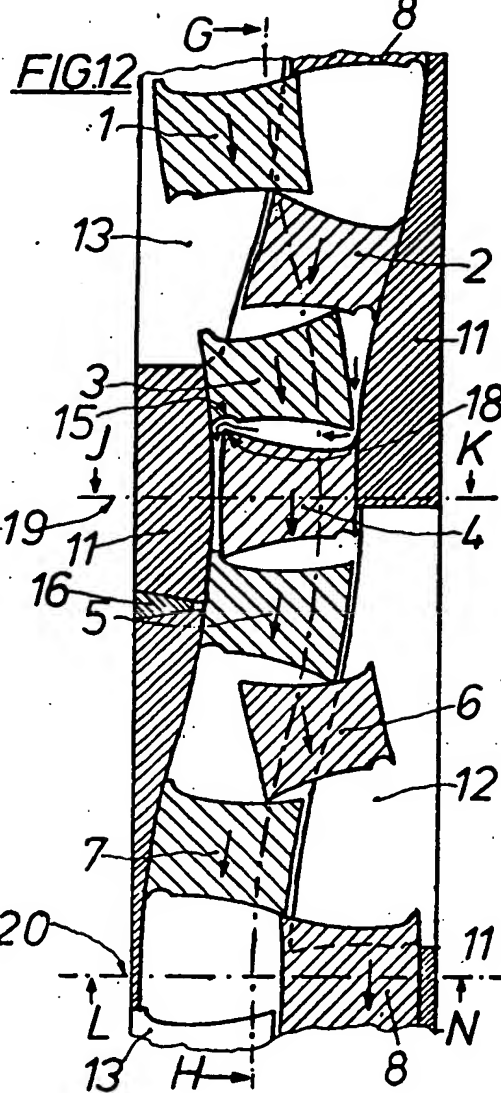
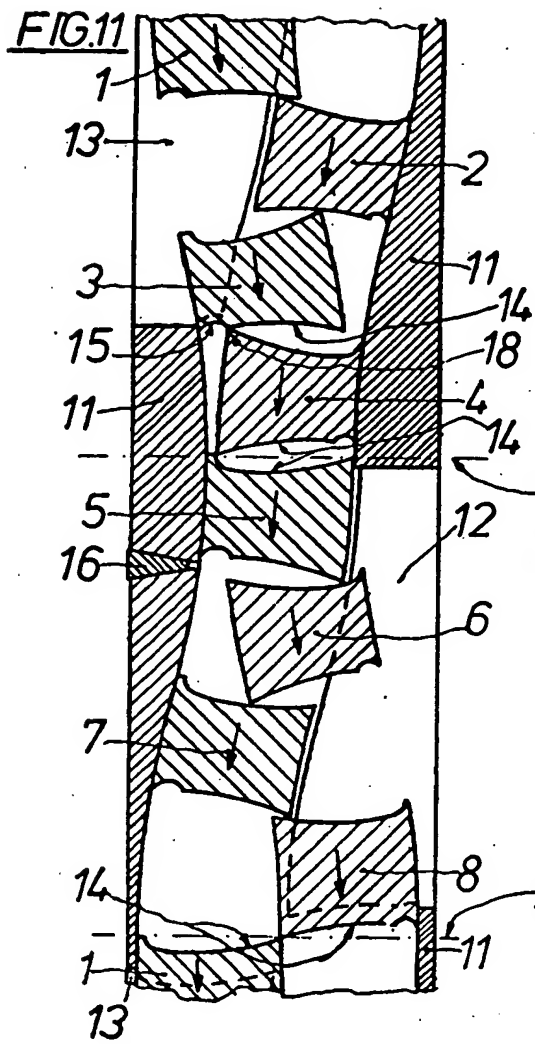
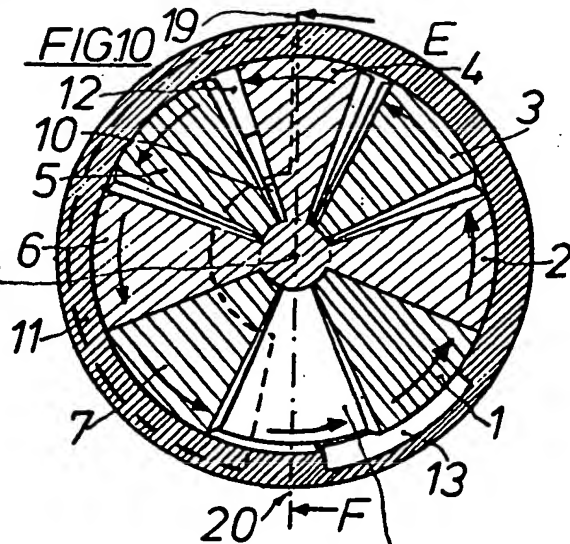
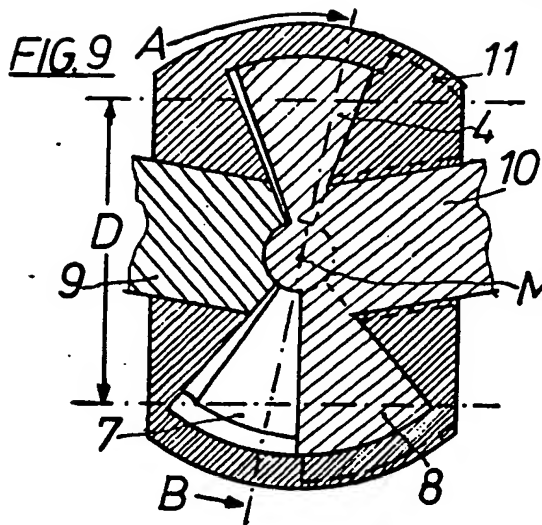
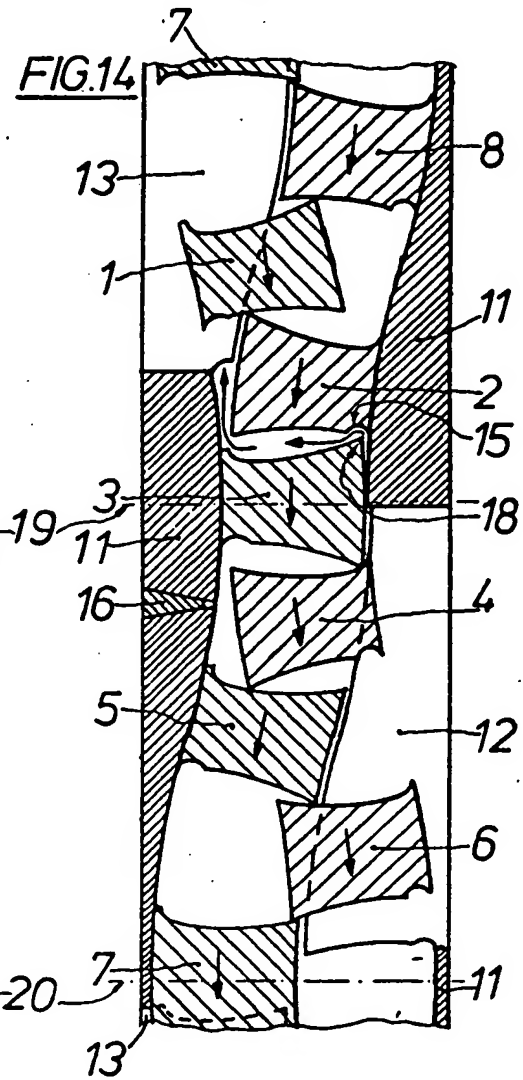
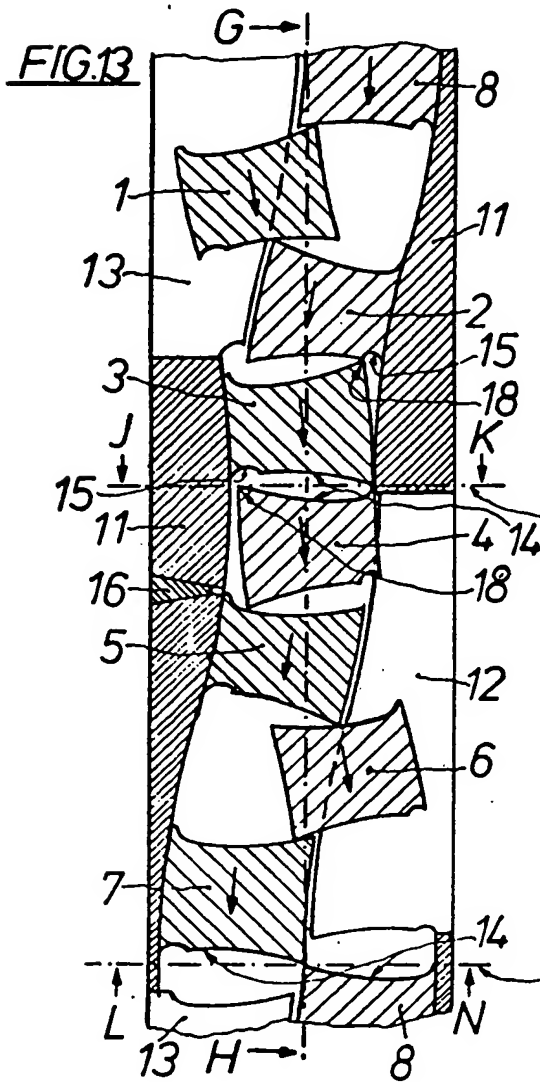
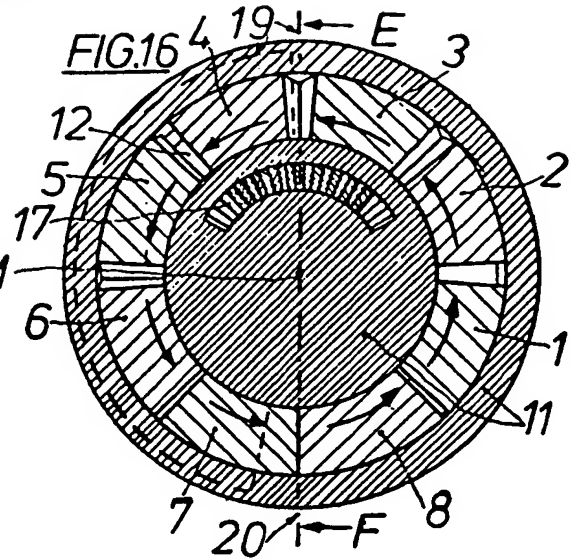
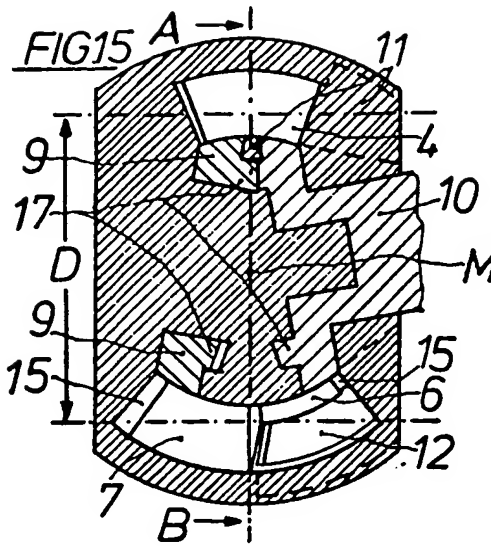


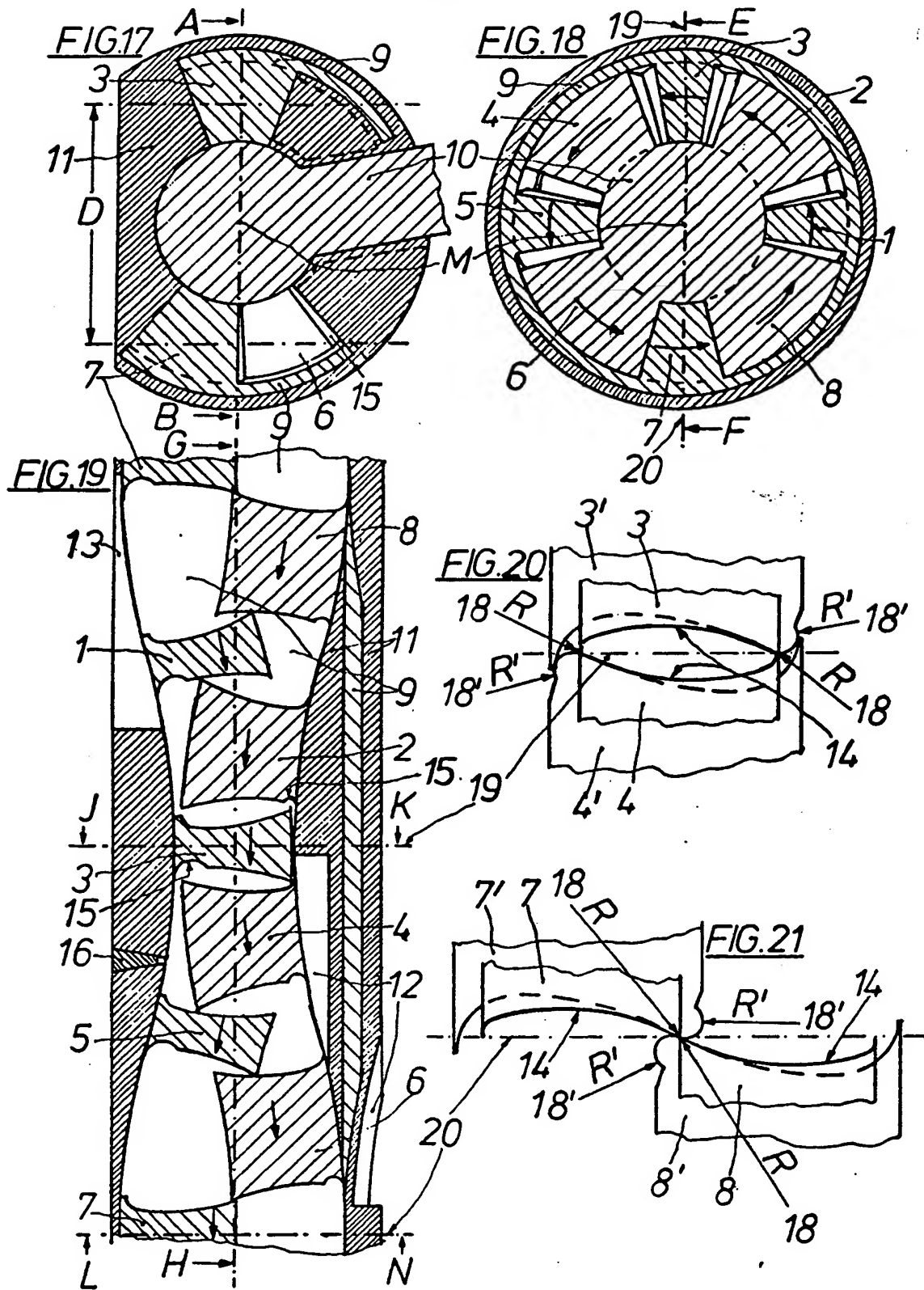
FIG. 6

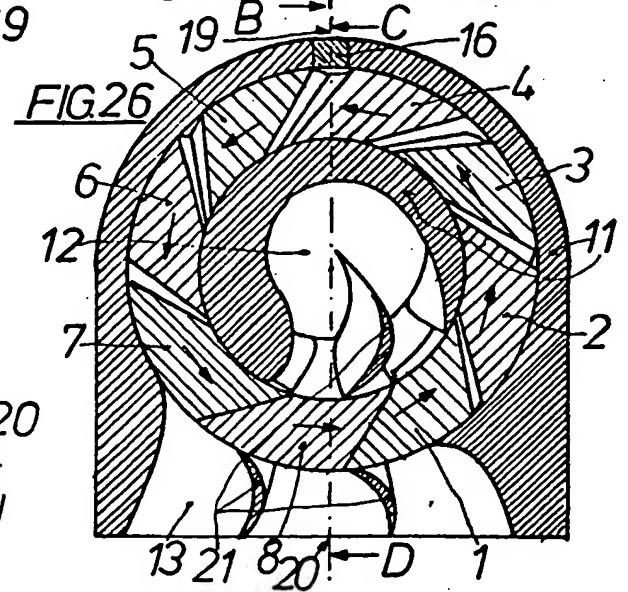
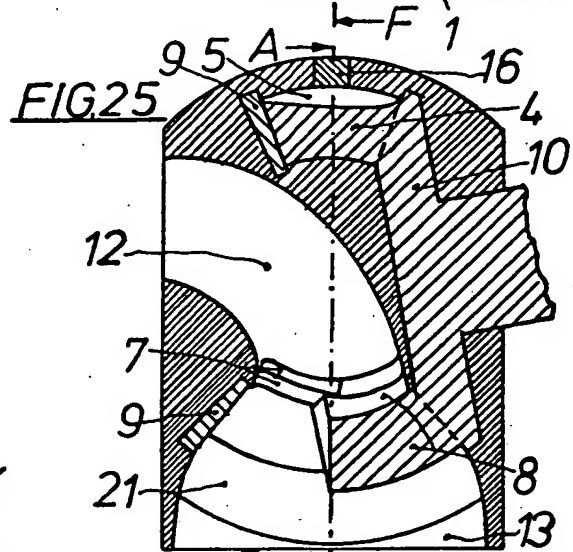
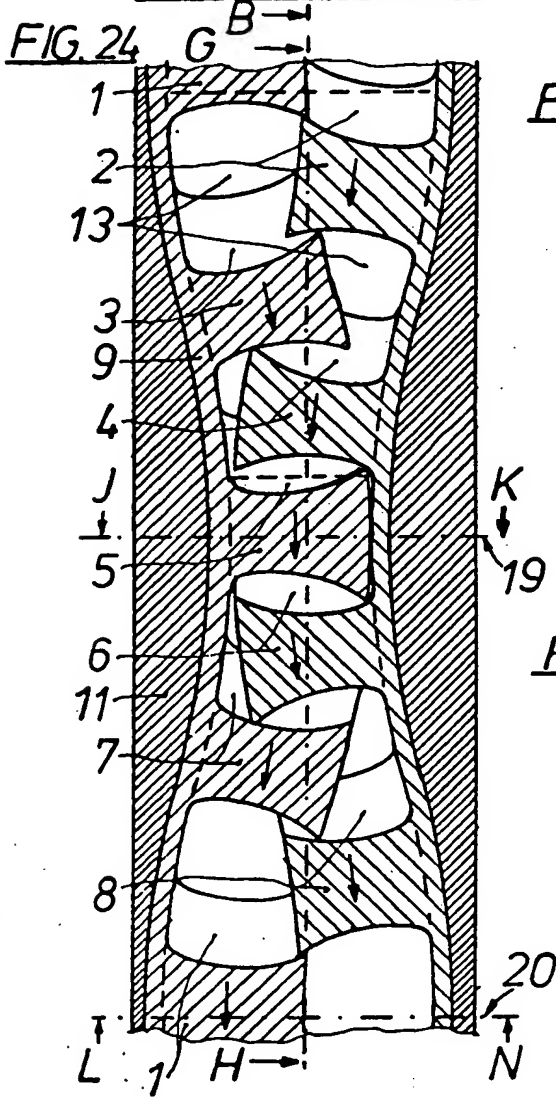
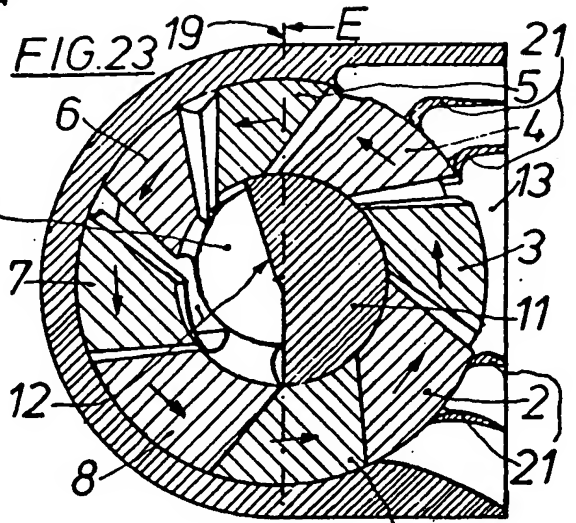
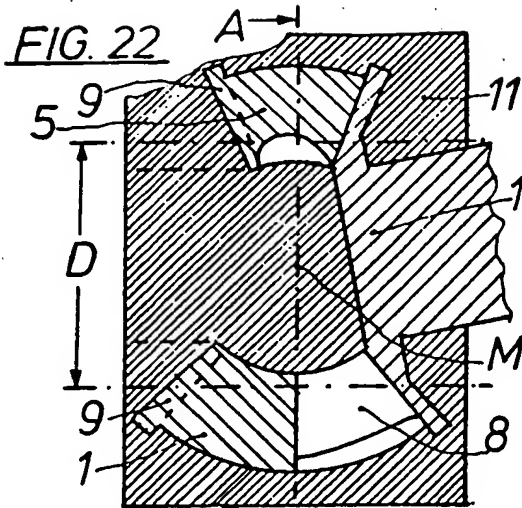




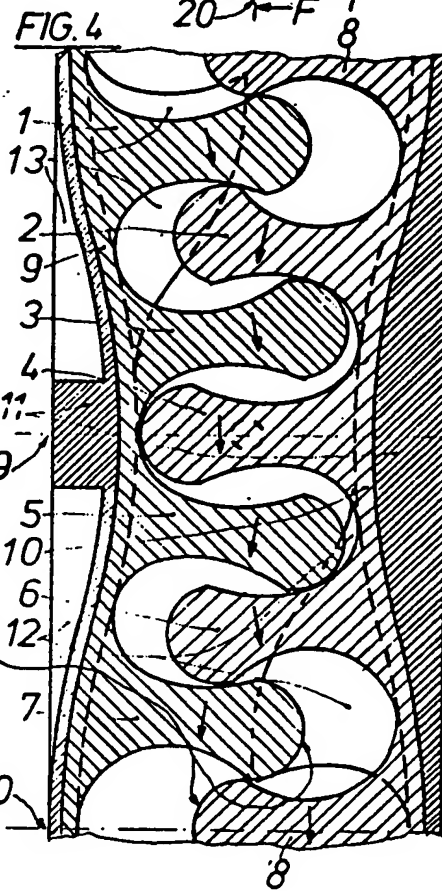
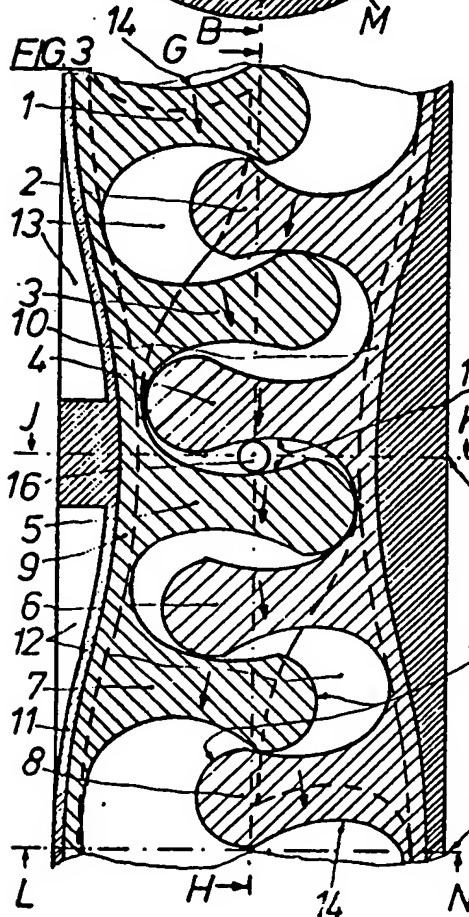
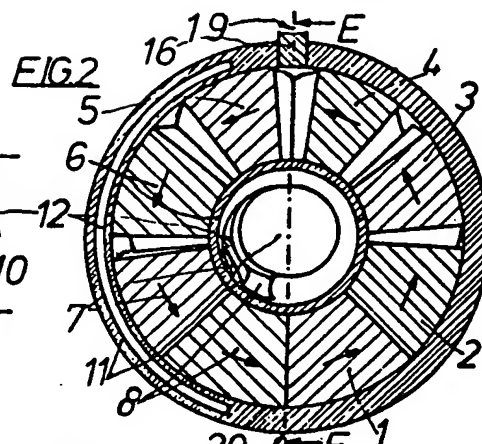
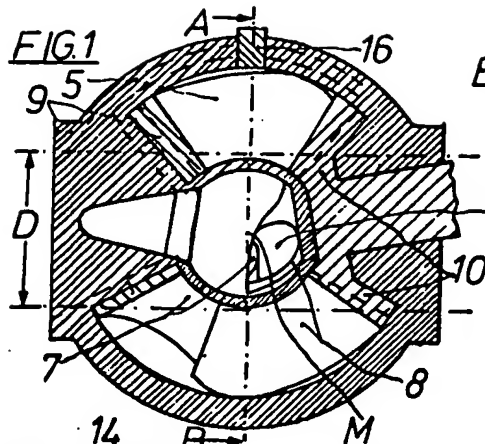








3221994



FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

Intl. Code F01 C 1 /18

F 04 C 18-18

[SEAL]

GERMAN PATENT OFFICE

Published Application

DE 32 21 994 A1

DE 32 21 994 A1

Ref. No.: P 32 21 994.6

Application date: 06.11.82

Publication date: 12.15.83

Applicant: Werner, Rudi 2000 Hamburg, DE

Inventor: same as applicant

**Rotary Piston Machine**

Subject of the invention is a rotary piston machine with two cone gear wheels arranged in an obtuse angle to each other, both having at least two pyramid shaped teeth. During rotation of the gear wheel, their arched tops glide while sealing smoothly and alternately along one of their neighboring tooth flanks. The gear wheels are rotating along their axes in a ball shaped working area; with its ball shaped periphery having its center in the meeting point of the axes of the cone gear wheels and being adjacent to the cone gear wheels and the convex (away from axis) or concave (facing axis) areas of each tooth. The arrangement creates chambers of alternating sizes during the rotation of the cone gear wheels allowing substances to flow in and out through a respective inlet and outlet windows located in the chamber.

This machine can be used as a pump, compressor, power generator through substances being put under pressure (Fig. 22-24), as a four-cycle engine (Fig. 1-4) or as a two-cycle machine (Fig. 25-26), where it is possible to have different sizes (and ratios) of the intake/compression chambers and the working areas/exhaust.

Rudi W e r n e r  
Laugsaengerweg. 2 d  
2000 Hamburg 53

**CLAIMS:**

**1. Rotary piston Machine, characterized in that**

two conical gear wheels are arranged in an obtuse angle to each other, both having at least two pyramid shaped teeth. During the rotation of the gear wheel, their arched pinnacles glide smoothly while sealing and alternately along one of their neighboring tooth flanks. The gear wheels rotate along their axes in a ball shaped working area; with its ball shaped periphery having its center in the meeting point of the axes of the cone gear wheels and being adjacent to the cone gear wheels and the convex (away from axis) or concave (facing axis) areas of each tooth. The arrangement creates chambers of alternating sizes during the rotation of the cone gear wheels allowing substances to flow in and out through a respective inlet window and outlet window located in the chamber.

**2. A rotary piston machine according to claim 1, characterized in that:**

The axial delimitation of the working area is made by two conical gear wheels arranged in an obtuse angle to each other, with their tips being in the center of the ball shaped periphery and their basis being in the casing of the working area.

The either cone, axial or ball shaped radial delimitation of the working area is

-2-

in part or in total made by the bases of two rotors (9, 10) with each of the rotors being mounted in the housing (11) in a way that it can rotate in the axes of the axial delimitation, so that their axes which are meeting in the center of the working area are arranged in a obtuse angle to each other.

Both rotors (9, 10) – in the case of a ball shaped working area – have each at least two pyramid shaped teeth (1 –8) with their pinnacles touching each other at the meeting point of the rotors' axes.

Both rotors (9, 10) - in the case of a partially hollow sphere-shaped working area – have each at least two flat pyramid and/or wedge-shaped teeth (1 –8) featuring dome-shaped, concave top areas are arranged so that the pyramid or wedge-shaped pinnacles lie in a – and/or around a certain ball , found at the mid-point of the working area, the diameter of which is smaller than the ball at the mid-point of the delimited working area - and/or which lie tangential to this given ball, wherein the points of all the teeth (1-8) can be arranged in the same order– or not in the same order – as those of the other rotors, so that the most effective method is applied for each material that is to be transported, compressed, or expanded.

The parallel rotating surface of each tooth (1-8) glides smoothly while sealing or is adjacent to the cone-shaped axial working area boundary having a rotor mounted in a rotating position.

With machines featuring arched tooth surfaces (18) – the arched tooth surface (18) of each tooth (1-8) glides smoothly while sealing during one turn of the rotor along the parabolic tooth flank (14) - according to the angle of the rotor – and while passing the maximum working area being created (bottom dead center 20) and starting near the pinnacle head of the nearest tooth located on the opposite rotor

[Illeg.]

-3-

sliding along the parabolic tooth flank (14) of the neighboring tooth and permanently sealing and ending at its head. This movement is repeated with each rotation of the rotor and the sealing periods of both radial ends of the crest (18) of each tooth (1-8) slightly overlap according to the number of teeth and their relevant tooth width and thus create a permanent seal between the tooth surface (18) and the neighboring teeth flanks (14).

With machines featuring flat tooth surfaces (18) – the (in rotation direction) frontal, radial edge of the flat tooth surface (18) of each tooth (1-8) glides [illegible]. while passing the smallest working area being created ( top dead center (19) along the parabolic tooth flank (14), starting near the basis of the neighboring tooth located on the opposite rotor and after a half rotation of the rotor, gliding smoothly while permanently sealing along said tooth pinnacle (18). After an additional half rotation it passes the bottom dead center (20) and returns to the initial position without touching any other flank. At the same time, the (in rotation direction) rear, radial edge of the flat tooth surface (18) of each tooth (1-8) glides

during a half rotation of the rotor along the parabolic tooth flank (14) and while passing the bottom dead center (20) starting near the pinnacle head of the nearest tooth located on the opposite rotor gliding smoothly while sealing along said tooth root and having passed the top dead center (19). After another half rotation it returns to the initial position without touching any other flank. The sealing periods of both radial ends of the crest (18) of each tooth (1-8) slightly overlap according to the number of teeth and their relevant tooth width and thus create a permanent seal between each of the tooth surfaces (18) and the neighboring teeth flanks (14).

-4-

In the direction of the rotor axes, the radial height of the teeth (1 - 8) with a flat crest (18) parallel to the rotation is at least double the radians on which the rotor axes lie out of alignment, such that the teeth (1 - 8), with rotationally parallel arched crests (18), are higher by double the crest radians;

The rotationally parallel arched crest (18), used for sealing, and/or the edges of the rotationally parallel flat crest (18) of each tooth (1 - 8) must be located opposite its own rotor hemisphere of the working area in each rotational angle position of the rotors (9, 10) and must not touch or pass the rotationally parallel symmetry plane of the working area if there is to be a permanent seal between the crests of the teeth (18) or their edges and one of the two flanks (14) of the neighboring teeth.

3. A rotary piston machine that works as a pump/compressor or as a power generator on substances under pressure according to claims 1 and 2, characterized in that:

Except for the two rotor surfaces in the working area, almost the entire boundary of the working area is in the form of an inlet (12) and outlet window (13) and is adjacent to the working area boundary that is in sealing contact with the teeth (1 - 8), only in the region of the top dead center (19) and bottom dead center (20), in such rotationally parallel radians that when the rotors (9, 10) are not turning, is there no exchange of substances between the inlet (12) and outlet window (13).

4. A rotary piston machine that functions as an expansion engine on substances under pressure according to claims 1-3, characterized in that:

The working area boundary of the housing (11), in sealing contact with the teeth (1 - 8), reduces the inlet window (12) from the top dead center (19) - opposite the direction of rotor rotation - in such radians that the



individual working chambers formed by the teeth (1 - 8) have passed the inlet window (12) before its volume is at the maximum and expands the substance in the working chamber until it reaches the outlet window (13), such that the magnitude of the expansion achievable in the working chambers depends on the radial length of the inlet window (12).

5. A rotary piston machine that functions as a compressor according to claims 1-3, characterized in that:

The working area boundary of the housing (11), in sealing contact with the teeth (1 - 8) *[illegible]* the outlet window from the bottom dead center (20) out in the direction of rotor rotation *[illegible]* reduces such radial lengths that in the *[illegible]* individual working chambers formed by the teeth (1 - 8), the compression of the substance to be compressed begins before they reach the outlet window (13), such that the magnitude of the compression generated in the working chambers, when they have reached the outlet window (13), depends on the radial length of the outlet window (13).

6. A rotary piston machine that works as an internal combustion engine according to claims 1 and 2, characterized in that:

The crest (18) of each tooth (1 - 8) is arched parallel to the rotation at least to the extent that the sealing contact line formed by the contact with one of the two tooth flanks (14) of the neighboring teeth remains closed in each rotational angle position of the rotors (9, 10).

Gas is only burned and expelled between the teeth resting on one rotor (9) (called working teeth 1, 3, 5 and 7), and is only taken in and compressed between the teeth resting on the other rotor (10) (called intake teeth 2, 4, 6 and 8);

The inlet window (12) is located only in the region of the intake teeth (2, 4, 6 and 8) - but out of reach of the flanks (14)

-6-

of the working teeth (1, 3, 5 and 7) and their contact line with the crests (18) formed by the seal during the intake of the fresh gases;

While the rotor is turning, the smallest working chambers formed between the individual intake teeth (2, 4, 6 and 8) reach the inlet window (12) within the working area boundary while their centers pass the top dead center (19) and - to achieve the greatest possible fresh gas filling level - have passed it shortly after their centers pass the bottom dead center (20), whereby their greatest achieved volume decreases again;

The outlet window is located only in the region of the working teeth (1, 3, 5 and 7) - but out of reach of the flanks (14) of the intake teeth (2, 4, 6 and 8) and their contact line with the crests (18) formed by the seal during the expulsion of the residual exhaust gases;

While the rotor is turning, the largest individual working chambers formed between the working teeth (1, 3, 5 and 7) reach the outlet window (13) just before their volumes are the greatest, so that the burned gas has expanded in them when their centers reach the bottom dead center (20), and have passed the outlet window (13) when their centers have passed the top dead center (19);

In the top dead center (19), in the region of the working chambers with the compressed fresh gases, an ignition device (16) is placed, which is controlled periodically - or, in the form of a continuous burner/igniter whose opening to the working area boundary is periodically covered by the teeth (1 - 8), is overridden by the teeth (1 - 8) themselves;

When the rotor reverses its direction of rotation, the inlet window (12) serves as an outlet window, and the outlet window (13) as an inlet window, such that gas is burned and expelled between the intake teeth (2, 4, 6 and 8) - and gas is taken in and compressed between the working teeth (1, 3, 5 and 7).

7. A rotary piston machine that functions as an internal combustion engine according to claims 1 and 2, characterized in that:

-7-

The crest (18) of each tooth (1 - 8) is flat, parallel to the rotation;

Gas is only burned and expelled between the teeth (called working teeth 1, 3, 5 and 7) of one rotor (9), and is only taken in and compressed between the teeth (called intake teeth 2, 4, 6 and 8) of the other rotor (10);

The inlet window lies only in the region of the intake teeth (2, 4, 6 and 8) - but out of reach of the flanks (14) of the working teeth (1, 3, 5 and 7) and their crests (18);

While the rotor is turning, the smallest working chambers formed between the individual intake teeth (2, 4, 6 and 8) reach the inlet window (12) within the working area boundary while their centers pass the top dead center (19) and - to achieve the greatest possible fresh gas filling level - have passed it shortly after their centers pass the bottom dead center (20), whereby their greatest achieved volume decreases again;

The outlet window (13) lies only in the region of the working teeth (1, 3, 5 and 7) - but out of reach of the flanks (14) of the intake teeth (2, 4, 6 and 8) and their crests (18);

While the rotor is turning, the largest individual working chambers formed between the working teeth (1, 3, 5 and 7) reach the outlet window (13) shortly before its volume is at its greatest, so that the burned gas has expanded inside them when their centers reach the bottom dead center (20);

The individual working chambers formed between the working teeth (1, 3, 5 and 7) have passed the outlet window (13) when their front boundary passes the top dead center (19);

In the direction of the rotor axes, the radial height of the working teeth (1, 3, 5 and 7) is greater than that of the intake teeth (2, 4, 6 and 8), so that a gap remains in the top dead center (19) between the axial working room boundary, in whose axis the rotor (10)

-8-

of the intake teeth (2, 4, 6 and 8) is not mounted and the crest (18) of the intake tooth (2, 4, 6 and 8) located there at that time;

At the root of each tooth (1 - 8), an overflow trough (15) is formed in the front flank (14) in the direction of rotor rotation;

In each front tooth flank (14), the radial edge of the overflow trough (15) passes from the rear radial crest edge (18) of the tooth (1 - 8) - and the overflow trough (15) thus becomes usable when the front crest edge (18) of the same tooth passes the top dead center (19), so that precompressed fresh gas flows between the intake teeth (2, 4, 6 and 8) through the overflow trough (15) of each working tooth (1, 3, 5 and 7) also to the top dead center (15) between the axial working area boundary and crest (18) of the intake tooth (2, 4, 6 and 8) found there - and the rest of the precompressed fresh gas, which is still between the axial working area boundary and the crest (18) of the working tooth (1, 3, 5 and 7) that is located just before the top dead center at that time flows through the overflow trough (15) of each intake tooth (2, 4, 6 and 8) into the rear - in the direction of rotation - working chamber, where it flushes out burned gas that has not been expelled without leaving any residual gas;

In the top dead center (19), in the region of the working chambers with the compressed fresh gases, an ignition device (16) is placed, which is either controlled periodically - or is a continuous burner/igniter whose opening to the working area boundary is periodically covered by the teeth (1 - 8), and is overridden by the teeth (1 - 8) themselves;

8. A rotary piston machine according to claims 1 - 7, characterized in that:

The intake - compression ratio is determined by the angle at which the two axial, spherical working area boundaries - and thus the axes of the rotors (9, 10)

-9-

stand in relation to one another and/or;

The intake - compression ratio is raised (lowered) by decreasing (increasing) the number of teeth (1 - 8) and/or;

The intake - compression ratio is lowered (raised) by enlarging (shrinking) the radius of both edges of the rotationally parallel flat crest (18) of each tooth (1 - 8) - according to claims 1 - 5 and 7 - and thus also the size of the parabolic indentation of the tooth flanks (14) or - according to claims 1 - 6 - the rotationally parallel arching of the crest (18) of each tooth (1 - 8) is enlarged (reduced) accordingly and/or;

According to claims 1 and 7 in internal combustion engines with rotationally parallel flat crests (18) of the teeth (1 - 8), the intake - compression ratio is lowered (raised) as the radial height - in the direction of the rotor axis - of each working tooth (1, 3, 5 and 7), so that the area in the top dead center (10) between the axial working area boundary and the crest (18) of the intake tooth (2, 4, 6 and 8) located there at the time is enlarged (reduced) and/or a depression is incorporated into the crest (18), according to the desired fresh gas compression.

9. A rotary piston machine according to claims 1 - 8, characterized in that:

Rotationally parallel the radial width of the teeth (1 - 8) of each rotor (9, 10) - and thus the size of the individual working chambers - can be different;

Rotationally parallel the radial width of each tooth (1, 3, 5 and 7) of one rotor (9) is the same - but different from that of all teeth (2, 4, 6 and 8) of the other rotor (10),

-10-

so that in internal combustion engines - according to claims 6 and 7 - the ratio of the intake/compression chambers to the combustion/exhaust chambers can be set to any size desired.

10. A rotary piston machine according to claims 1 - 9, characterized in that:

Except in claim 6 - a hollow sphere disc-shaped rotor (9) forms, entirely or partially and completed by the housing, the off-axis hollow, spherical casing of all working chambers and/or;

A spherical rotor (10) forms, entirely or as a partial sphere completed by the housing (11), the par-axis spherical boundary of the working area and/or;

Except in claim 6 - two hollow spherical disc-shaped rotors (9, 10) arranged axially in an obtuse angle to one another form, together with the housing (11), the off-axis hollow spherical casing of all working chambers and/or;

Two spherical segment-shaped rotors (9, 10), arranged axially in an obtuse angle to one another, form, together with the housing (11) the par-axis, spherical boundary of the working area and/or;

One of the two rotors (9, 10) forms, partially or entirely, one of the two axial boundaries of the working area, so that - in the case of "and" - and between section 3 and 4 - on both rotors positioned in the same axis, the same teeth are attached.

11. A rotary piston machine according to claims 1 and 6 - 10, characterized in that:

The ignition device (16) is periodically controlled - or its opening, which is periodically covered by the teeth (1 - 8), is overridden by the teeth themselves, whereby the ignition device (16) regulates a constant injection device, whose injection pressure regulates the rotors (9, 10) or can be a constant burner/igniter.

-11-

12. A rotary piston machine according to claims 1 - 11, characterized in that:

In machines with arched tooth tips (18), the curvature of the rotationally parallel arching of the tooth tips (18) may be even or uneven, symmetrical or asymmetrical, strongly or weakly - but at no point weaker than the curvature of the point opposite the specific point on the rotationally parallel circle if a closed sliding sealing line between crests (18) and flanks (14) of the teeth (1 - 8) should remain intact;

The arching of the crests (18) of all teeth (1 - 8) can be the same or different from tooth to tooth - but also from rotor to rotor.

13. A rotary piston machine according to claims 1 - 12, characterized in that:

In machines with flat and/or arched tooth surfaces, the rotationally parallel flat and/or arched tooth surfaces (18) of the teeth (1 - 8) and, as a result of this, the flanks (14) of their neighboring teeth in the radial direction can be straight or curved, whereby this curvature can be even or uneven, symmetrical or asymmetrical - and can also change - and can thus also be wavy and/or serrated and/or grooved;

The radial curvature of the tooth surfaces (18) of all teeth (1 - 8) and, as a result of this, the flanks (14) of their neighboring teeth can be the same or different from tooth to tooth - but also from rotor to rotor.

14. A rotary piston machine according to claims 1 - 13, characterized in that:

In machines with a working area in the form of a partial hollow sphere in which the inlet window (12) is also or is only formed in the center-near working area boundary of the housing (11) - the radial incline of the teeth (1 - 8) according to claim 2, section 4 - is for one thing used advantageously in the known art for internal combustion engines, such that the center-near end of a tooth flank (14)

-12-

of one working chamber reaches the center-near inlet window (12) in the top dead center (19), while the center-far end of the flank (14) of the neighboring tooth of the same working chamber the outlet window (13) has not yet entirely passed, whereby the residual exhaust gas is flushed out through the outlet window (13) by the fresh gas that is already flowing in, by means of centrifugal force and mass inertia - the effect of which furthermore can also be used advantageously for compressors or power generators with the substances under pressure from the helical gearing which exit the outlet window (13).

Guide vanes (21) are placed in the inlet (12) and outlet windows (13) and/or the inlet (12) and outlet window (13) itself is designed similarly to be favorable to flow.

15. A rotary piston machine according to claims 1 - 6 and 8 - 12, characterized in that:

Both rotors (9, 10) can rotate in both directions, whereby the inlet window (12) serves as the outlet window and the outlet window (13) as the inlet window when the rotors change direction.

16. A rotary piston machine according to claims 1 - 15, characterized in that:

The rotors (9, 10) are provided with a cone gear wheel (17), whose teeth intermesh, outside the working area, or the rotors (9, 10) are coupled by a synchromesh gear outside the working area, so that both rotors (9, 10) run synchronously even under extreme demands.

17. A rotary piston machine, which works as an internal combustion engine according to claims 1, 2, 9 - 13 and 16, characterized in that:

Gas is taken in, compressed, burned and expelled between the teeth (1 - 8) of both rotors (9, 10);

The inlet (12) and outlet window (13) is located in the region



-13-

of the teeth (1 - 8) of both rotors (9, 10), whereby the inlet window (12) is designed closer to the center than the outlet window (13) within the working area boundary of the housing, so that, while the rotors are turning, due to centrifugal force, an underpressure is exerted on the inlet window (12) and an overpressure is exerted on the outlet window and gas flows from the inlet window (12) to the outlet window (13) only;

The inlet window (12) and outlet window (13) are located in the area of the rotational angle, in which between the teeth (1 - 8) the largest individual working chambers, while the rotor is turning, reach the outlet window (13) somewhat earlier than the inlet window (12), so that *[illegible]* reach the inlet window (12), which *[illegible]* have *[illegible]* the burned gases.

The individual working chambers, while the rotor is turning, have passed the outlet window (13) somewhat earlier than the inlet window (12), so that the fresh gas that flows in after the chambers have passed the outlet window (13) builds up, thus achieving a better filling level of fresh gas;

In the top dead center (19), an ignition device (16) is placed, which is controlled periodically - or as a continuous burner/igniter or continuous injector, whose opening to the working area boundary is periodically covered by the teeth (1 - 8), and is overridden by the teeth (1 - 8) themselves, whereby, in the case of a continuous injection device, the number of rotations of the rotor (9, 10) regulates the level of the injection pressure;

The duration of the flushing out of the residual gas and flushing in of the fresh gas and the size of the different compression to working chamber ratios is determined by the rotational angle area before the bottom dead center (20) in which the individual working chambers, loaded with the ignited and expanding gases, reaches the outlet window (13), and the rotational angle area after the bottom dead center (20)

-14-

in which the shrinking individual working chambers have passed the inlet window (12);

In addition to the centrifugal force, the mass inertia of the gas is also used, in which the teeth (1 - 9) - according to claim 2, section 4 - are designed at a radial bevel and guide vanes (21) are arranged in the inlet (12) and outlet window (13) and/or the inlet (12) and outlet windows (13) themselves are designed similarly favorable to flow.

Rudi W e r n e r  
Laugsaengerweg. 2 d  
2000 Hamburg 53

#### ROTARY PISTON MACHINE

Subject of the invention is a rotary piston machine with two cone gear wheels arranged in an obtuse angle to each other, both having at least two pyramid shaped teeth. During rotation of the gear wheel, their arched tops glide while sealing smoothly and alternately along one of their neighboring tooth flanks. The gear wheels are rotating along their axes in a ball shaped working area; with its ball shaped periphery having its center in the meeting point of the axes of the cone gear wheels and being adjacent to the cone gear wheels and the convex (away from axis) or concave (facing axis) areas of each tooth. The arrangement creates chambers of alternating sizes during the rotation of the cone gear wheels allowing substances to flow in and out through a respective inlet window and outlet window located in the chamber.

An advantage of the invention is that there are only two moving parts in this engine. These two parts rotate only around their own axes, which can be mounted in the housing in a solid construction without difficulty.

-16-

The design of this engine is explained in more detail using the drawings. The following numbers are used in the drawing to refer to the parts listed below:

- 1 - 8 = teeth
- 9, 10 = rotors
- 11 = housing
- 12 = inlet window
- 13 = outlet window
- 14 = tooth flank
- 15 = overflow trough
- 16 = ignition device
- 17 = cone gear wheel
- 18 = tooth crest
- 19 = top dead center
- 20 = bottom dead center
- 21 = guide vanes

The following is shown: Figure 1 a section according to lines E - F in Figure 2 and J - K, L - N in Figure 3. The internal combustion engine shown in these figures has eight teeth 1 - 8 with arched crests 18. The intake teeth 2, 4, 6 and 8 are attached to rotor 10 and the working teeth 1, 3, 5 and 7 to rotor 9. The arrangement of truncated pyramidal teeth, whose center-near, concave crests are fitted to a ball, which is arranged at the center of the interior chamber and formed by the housing 11, is advantageous to the intake and exhaust of gases. Additional inlet and outlet windows can be placed inside this ball formed by the housing 11, whereby it is particularly advantageous for the inlet window 12 to be designed only in the center-near working area boundary of the housing 11, and the outlet window 13 only in the center-far working area, to achieve better intake of the fresh gases, and better exhaust of the residual exhaust gases, with the help of centrifugal force.

- Fig. 2** A section according to lines A - B in Figure 1 and G - H in Figure 3. This figure shows the inlet window 12 in the ball around the center of the working area formed by the housing 11.
- Fig. 3** A developed view of the diameter D in Figure 1, viewed from the center point M out. The front flank 14, in the direction of rotation, of the tooth 4 - and the rear flank of the tooth 5 - pass the top dead center 19. The front flank 14, in the direction of rotation, of the tooth 8 - and the rear flank of the tooth 1 - pass the bottom dead center 20. Ignited gases expand in both working chambers that are formed by the housing 11 and the teeth 5, 6 and 7 and 7, 8 and 1. The teeth 6, 7 and 8 take in fresh gas in from the inlet window 12. Fresh intake gas is compressed in the two working chambers formed by the housing 11 and the teeth 8, 1 and 2 and 2, 3 and 4. The teeth 1, 2 and 3 expel residual exhaust gas through the outlet window 13.
- Fig. 4** A developed view of the diameter D in Figure 1, viewed from the center point M out, after a  $22.5^\circ$  rotation. The center of the tooth 4 has reached the top dead center 19 and the center of the tooth 8 has reached the bottom dead center 20. The two working chambers formed by the teeth 4, 5 and 6 and 6, 7 and 8 take in fresh gas from the inlet window 12. In the working chambers formed by the teeth 5, 6, and 7, the ignited gas expands. Burned gases are expelled from the working chamber formed by the teeth 7, 8 and 1 through the outlet window 13. Fresh intake gas is compressed in the working chamber formed by the teeth 8, 1 and 2 and the housing 11. Residual exhaust gas is expelled from the working chamber formed by the teeth 1, 2 and 3 through the outlet window 13.

-18-

- Fig. 5** A developed view of the diameter D in Figure 1 after a  $45^\circ$  rotation, viewed from the center point M out. The front flank 14, in the direction of rotation, of the tooth 3 and the rear of the tooth 4 pass the top dead center 19, and those of the teeth 7 and 8 pass the bottom dead center 20. The ignition device 16 ignites the compressed fresh gas in the working chamber formed by the teeth 3 and 4 and the housing 11. The ignition device 16, which can also be an injection device for self-igniting fuels, can be periodically controlled - or as a continuous igniter/injector overridden by the teeth themselves. In the two working chambers formed by the teeth 4, 5 and 6 or 6, 7 and 8, fresh gas flows out of the inlet window 12. Ignited gas expands in the working chamber formed by the housing 11 and the teeth 5, 6 and 7. Residual exhaust gas that remains in the working chamber formed by the teeth 7, 8 and 1 and 1, 2 and 3 is expelled through the outlet window 13.
- Fig. 6** A developed view of the diameter D in Figure 1 after a  $67.5^\circ$  rotation, viewed from the center point M out. The center of the tooth 3 has reached the top dead center 19 and that of the tooth 7 has reached the bottom dead center 20. Ignited gases expand in the two working chambers formed by the housing 11 and teeth 3, 4 and 5 and 5, 6 and 7. Fresh gas flows from the inlet window 12 into the working chambers formed by the teeth 4, 5 and 6 and 6, 7 and 8. The teeth 7, 8 and 1 and 1, 2 and 3 expel the residual exhaust gas through the outlet window 13.
- Fig. 7** A partial developed view of an embodiment, in which, in an internal combustion engine, the radial (in the direction of rotation) width of the intake teeth 2, 4, 6 and 8 is greater than that of the working teeth 1, 3, 5 and 7, so that the

-19-

working/exhaust chambers are larger than the intake/compression chambers.

**Fig. 8** An embodiment in which a partial developed view of an internal combustion engine is illustrated. In this embodiment, the rotationally parallel arching of the crest 18 of all teeth 1 - 8 is not even. The center of the crest is less arched than its edges. The advantage of this is that the height of the teeth 1 - 8 is lower and thus creates a smaller area at the top dead center 19 with the same travel of the teeth, whereby less clearance volume is achieved in compressors/power generators - or higher fresh gas compression in internal combustion engines. However, in order to obtain a closed sliding sealing line between crests 18 and flanks 14 of the teeth 1 - 8, the crest arching must not go below a minimum curvature. The rotors 9, 10 of the internal combustion engines shown in Figures 1 - 8 can rotate in both directions. If the rotors 9, 10 rotate against the direction shown, the inlet window 12 becomes an outlet window and the outlet window 13 becomes an inlet window, such that gas is then burned and expelled between the intake teeth 2, 4, 6 and 8 and taken in and compressed between the working teeth 1, 3, 5 and 7.

**Fig. 9** A section according to the lines E - F in Figure 10 and J - K, L - N in Figure 12. The minimum height, which the teeth 1 - 8 must have in order for their tops to be able to slide with continuous sealing along the tooth flanks 14 of the neighboring teeth is shown in Figures 9 - 19. There, the crests 18 have no arching so that only their edges, whose sealing periods overlap in the top 19 and bottom dead centers 20, slide, creating a seal, on the flanks 14 of the neighboring teeth - and in the top dead center 19 only their rotationally parallel surfaces briefly slide, creating a seal, along the axial, conical working area boundary, in whose axis its rotor is not placed.

- Fig. 10 A section according to the lines A - B in Figure *[illegible]* and G - H in Figure 12. The internal combustion engine shown has eight teeth 1 - 8. The intake teeth 2, 4, 6 and 8 are attached to the rotor 10 and the working teeth 1, 3, 5 and 7 are attached to the rotor 9. It can be *[illegible]* difficult to end the pyramidal tips of the teeth 1 - 8 at the center point M. In such a case, the teeth can be designed in a truncated pyramidal shape and their concave crests adapted to fit a sphere formed by the rotor 10 and arranged in the center of the working area.
- Fig. 11 A developed view of the diameter D in Figure 9, viewed  $22.5^\circ$  before the illustrated rotor position of the center point M. The front (in the direction of rotation) flank 14 of the tooth 4, and the rear flank of the tooth 5, pass the top dead center 19. The front (in the direction of rotation) flank of the tooth 8, and the rear flank of the tooth 1, pass the bottom dead center 20. At the edge of the overflow trough 15 of the tooth 3, the rear (in the direction of rotation), radial crest edge 18 of the tooth 4 still prevents, the compressed fresh gas, which is further compressed in the working chamber formed by the housing 11 and the teeth 3, 4 and 5, from overflowing. The overflow trough 15 is designed in every front (in the direction of rotation) flank 14 at the tooth base of each tooth 1 - 8. Ignited gases expand in the two working chambers formed by the housing 11 and the teeth 5, 6 and 7 and 7, 8 and 1. The teeth 6, 7 and 8 take in fresh gas from the inlet window 12. Fresh intake gas is compressed in the two working chambers formed by the housing 11 and the teeth 8, 1 and 2 and 2, 3 and 4. The teeth 1, 2 and 3 expel residual combustion gas through the outlet window 13.



- Fig. 12** A developed view of the diameter D in Figure 9, viewed from the center point M out. The center of tooth 4 has reached the top dead center 19 and that of tooth 5 has reached the bottom dead center 20. The precompressed fresh gas flows from the working chamber formed by teeth 2, 3 and 4 and the housing 11, through the overflow trough 15 of tooth 3, now opened by the crest edge 18 of tooth 4, into the working chamber formed by the housing 11 and teeth 3, 4 and 5. Since the center of these two working chambers is still before the top dead center 19, the fresh gas in the two working chambers is compressed further. Fresh gas is taken in from the inlet window into the two working chambers formed by teeth 4, 5 and 6 and 6, 7 and 8. Ignited gas expands in the working chamber formed by teeth 5, 6 and 7. Burned gasses are expelled from the working chamber formed by teeth 7, 8 and 1, through the outlet window 13. Fresh intake gas is compressed in the working chamber formed by teeth 8, 1 and 2 and the housing 11. Residual exhaust gas is expelled from the working chamber formed by teeth 1, 2 and 3 out of the outlet window 13.
- Fig. 13** A developed view of the diameter D in Figure 15, viewed from the center point M out. The front (in the direction of rotation) flank 14 of tooth 3 and the rear flank of tooth 4 have reached the top dead center 19, and those of teeth 6 and 8 have reached the bottom dead center 20. The ignition device 16 ignites the compressed fresh gas in the working chamber formed by teeth 3, 4 and 5 and the housing 11. In this internal combustion engine as well, the ignition device 16 can be periodically controlled, or in the form of a continuous igniter/injector, overridden by the teeth themselves. In the two working chambers formed by teeth 4, 5 and 6 and 6, 7 and 8, fresh gas flows

through the inlet window 12. Ignited gas expands in the working chamber formed by the housing 11 and teeth 5, 6 and 7. Residual exhaust gas is expelled out of the two working chambers formed by teeth 7, 8 and 1 and 1, 2 and 3. Fresh gas is compressed in the working chamber formed by the housing 11 and teeth 8, 1 and 2. In the working chambers formed by the housing 11 and the crest 18 of tooth 3 and the overflow trough 15 of tooth 2, a small residual amount of compressed fresh gas, which has not been transferred, remains after the edge of the crest 18 of tooth 3 has passed the overflow trough of tooth 2, and flushes the residual exhaust gas that has not been expelled from the working chamber formed by teeth 1, 2 and 3.

**Fig. 14** A developed view of the diameter D in Figure 15 after a further rotor rotation of  $22.5^\circ$ , viewed from the center point M out. The center of tooth 3 has reached the top dead center 19 and that of tooth 7 has reached the bottom dead center 20. Ignited gases expand in the two working chambers formed by the housing 11 and teeth 3, 4 and 5 and 5, 6 and 7. Fresh gas flows through the inlet window 12 into the working chambers formed by teeth 4, 5 and 6 and 6, 7 and 8. Teeth 7, 8 and 1 expel residual exhaust gas through the outlet window 13. Residual gas is also expelled from the working chamber formed by teeth 1, 2 and 3 and flushed out by the remaining fresh gas, which now flows out of the working chamber formed by the housing 11 and the crest 18 of tooth 3 and the overflow trough 15 of tooth 2, through the overflow trough 15 of tooth 2.

- Fig. 15      A section according to the lines E - F in Figure 6 and J - K and L - N in Figure 13.
- Fig. 16      A section according to lines A - B in Figure 15 and G - H in Figure 13. This internal combustion engine shown in Figures 15 and 16 show an embodiment in which the two spherical segment-shaped rotors 9 and 10, together with the interior of the housing 11, form a sphere around the center of the working area. In order to synchronize both rotors 9 and 10, even under extreme demands, and to prevent a possible pressing of the crest edges 18 onto the sealing flanks 14 of teeth 1 - 8, it is possible to attach a cone gear wheel 17, as shown in these figures, to each of the two rotors 9 and 10, whose teeth intermesh, such that both rotors can also be coupled with a synchromesh gear, even outside the working area, if necessary.
- Fig. 17      A section according to the lines E - F in Figure 18 and J - K and L - N in Figure 19.
- Fig. 18      A section according to the Lines A - B in Figure 17 and G - H in Figure 19. In figures 17 and 18, which show an embodiment in which the hollow spherical segment shaped rotor 9, to which the working teeth 1, 3, 5 and 7, with their convex, off-axis surfaces, are attached, forms the external casing of all working chambers with its inner sphere surface. The center-near boundary of the working chambers forms the spherical rotor 10, to which the intake teeth 2, 4, 6 and 8 are attached with their center-near, concave surfaces.
- Fig. 19      A developed view of the diameter D in Figure 17, viewed from the center point M. In Figures 17 - 19, the rotationally parallel radial width of the working

-24-

teeth 1, 3, 5 and 7 only half as large as those of the intake teeth 2, 4, 6 and 8, so that in this machine, the ratio of the intake/compression chambers to that of the working/exhaust chambers *[illegible]* ratio can also be formed in this embodiment in any size by different radial tooth widths.

- Fig. 20 and 21 like the intake compression *[illegible]* also through the size of the radius R, can be formed *[illegible]* 18, 18'. The flanks of teeth 3, 3', 4 and 4' in Figure 20 are located at the top dead center 19 and those of teeth 7, 7', 8 and 8' in Figure 21 are at the bottom dead center 20. To the same degree that the radius R increases or decreases the size of the crest edges 18, the radial (in the direction of the rotor axles) height of all teeth 1 - 8 must also be increased or decreased.
- Fig. 22 A section according to the lines E - F in Figure 23 and J - K and L - N in Figure 24.
- Fig. 23 A section according to the lines A - B in Figure 22 and G - H in Figure 24.
- Fig. 24 A developed view of the diameter D in Figure 22, viewed from the center point out. Figures 22 -24 show a compressor (pump) or power generator. The substance to be compressed, transported or expanded by the working *[illegible]* in the interior of the housing 11 through the inlet window into the enlarging individual working chambers, whereby, through the beveling of the teeth 1 - 8, the mass inertia of the substance is fully used, also with the help of centrifugal force, from the shrinking working chambers from the outlet window 13. This beveling of the teeth 1 - 8 is also

*[illegible]* shown in figures 1 - 14 *[illegible]* advantageous for the transfer of the gases. It is especially advantageous to place guide vanes 21 in the inlet window 12 and outlet window 13 and/or to design the inlet window 12 and outlet window 13 *[illegible]* favorable.

Fig. 25 A section according to the lines G - *[illegible]* in Figure 26/

Fig. 26 A section according to the lines A - B in Figure 25. This internal combustion engine shown in Figures 25 and 26 functions according to the two-cycle principle. Gas is sucked into the gaps of all teeth 1 - 8, compressed, burned and flushed out. Since the teeth 1 - 8 are radially beveled in shape, the inlet window 12 formed in the near-center, and the outlet window 13 formed in the far-center working area boundary of the housing 11, *[illegible]* in this machine *[illegible]* is especially advantageous in how the centrifugal force and the mass inertia of the gas are fully used, in that the guide vanes 21 and the flow-favorable shape of the inlet window 12 and outlet window 13 supports the exchange of gases. The individual working chambers loaded with the burned gases reach the outlet window first, so that *[illegible]* reach the inlet window 12, which has expanded. While they pass the inlet 12 and outlet window 13, the residual exhaust flows out of the outlet window 13 and is replaced by fresh gas that is sucked in from the inlet window 12, whereby the fresh gas that is still flowing in builds up in them and they fill *[illegible]* fill with fresh gas. The duration of the gas exchange depends on the radial length of the inlet 12 and outlet window 13. In this machine as well, the compression and working chamber ratio can be set to any

3221994

- 0 -  
Blank Page

- 0 -

-26-

size. It thus depends on the rotational angle range before the bottom dead center 20 of the working chambers in which the working chambers reach the outlet window 13 and the rotational angle range after the bottom dead center 20 in which they pass under the inlet window 12. The [illegible] direction 16 can [illegible] periodically controlled in this [illegible] - or in the form of a continuous igniter/[illegible] or continuous injector [illegible] by the teeth.

Number:	[illegible]
Intl. Code:	[illegible]
Application date:	June 11, [illegible]
Publication date:	December 15, [illegible]



①

Int. Cl.:

F 01 c. 3/08

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

②

Deutsche Kl.: 14 b. 3/08

⑬

⑭

⑮

⑯

⑰

# Offenlegungsschrift 1 551 081

Aktenzeichen: P 15 51 081.3 (B 92873)

Anmeldetag: 6. Juni 1967

Offenlegungstag: 16. April 1970

Ausstellungspriorität: —

⑱

Unionspriorität

⑲

Datum: —

⑳

Land: —

㉑

Aktenzeichen: —

㉒

Bezeichnung:

Drehkugelmaschine

㉓

Zusatz zu: —

㉔

Ausscheidung aus: —

㉕

Anmelder:

Bietzig, Walter, 4300 Essen

Vertreter: —

㉖

Als Erfinder benannt:

Erfinder ist der Anmelder

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 12. 4. 1969

T 1551081

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**